Ministère des terres et forêts

manuel de lutte contre les feux de forêt

1172 ?

101-03622/

avant-propos

Le manuel de lutte contre les feux de forêt, que le ministère des Terres et Forêts est heureux de diffuser, se veut une contribution à l'étude des principes et des techniques de combat contre les incendies forestiers.

Cet ouvrage, fruit du travail d'une dizaine de spécialistes québécois, survient au moment où l'absence d'un tel document, de langue française et adapté au contexte du Québec, commençait à se faire sérieusement sentir. Il ne s'agit toutefois pas d'un précédent car monsieur Georges-Henri Bernier, ing.f., ancien directeur du service de la Protection au ministère des Terres et Forêts, avait déjà fait oeuvre de pionnier en publiant au début des années 1940 " La lutte contre les feux de forêt ".

Mais le besoin d'un renouvellement s'imposait, de même que la nécessité, avec la présence sur le marché de manuels de langue anglaise, de rendre uniformes les techniques enseignées au personnel en stage de formation au sein des organismes de protection des forêts.

Ces notions de lutte contre les incendies forestiers, malheureusement trop différentes d'un organisme à l'autre, devaient amener les responsables à envisager la parution du présent manuel.

Le mérite de cette initiative revient aux gérants de six associations de protection qui prirent conscience du besoin et suscitèrent la formation d'un comité chargé de la rédaction d'un nouveau manuel.

En faisaient partie, outre monsieur Antonio Saint-Pierre, du ministère des Terres et Forêts, messieurs Normand Bournival de la Société de Conservation de la région Québec-Mauricie (secrétaire), Vincent Gervais de la Société de Conservation du Nord-Ouest, Yvon Grenier de la Société de Conservation de la Gaspésie, J.-Emile Lindsay de la Société de Conservation du Saguenay-Lac St-Jean, Ghislain Ouellette de la Société de Conservation de l'Outaouais et Marc-A. Turcotte de la Société de Conservation de la Côte Nord.

C'est le 16 juin 1966 qu'eut lieu la première réunion du comité, sous la présidence de monsieur Marc-A. Turcotte. Le mandat qui lui fut confié à cette occasion était " d'étudier le contenu des divers manuels traitant du combat des incendies forestiers, de standardiser la terminologie et de procéder à la préparation d'un manuel de lutte contre les feux de forêt qui permettrait un entraînement uniforme dans tout le Québec ".

Lors des réunions périodiques qui suivirent, l'équipe de rédaction travailla principalement à l'examen des documents préparés par chacun des membres. Il est opportun de souligner que les échanges de vue ont parfois été très animés, ce qui démontre qu'un effort de normalisation ne pouvait s'accomplir sans compromis. D'autre part, il est apparu que la préparation d'un manuel était difficilement réalisable par des rédacteurs qui devaient assumer entre-temps d'autres responsabilités. Ceci explique les délais considérables constatés entre la formation du comité et la parution d'une première édition.

En juin 1970, le Comité du manuel remettait son rapport final à monsieur Adrien Guay, ing.f., porte-parole du Comité de protection forestière de l'Association des Industries Forestières du Québec. Le manuscrit, riche de l'expérience de spécialistes recrutés dans toutes les régions du Québec et surtout, de la confrontation des diverses pratiques utilisées, n'attendait plus qu'une dernière retouche avant sa publication.

Il restait cependant à uniformiser la forme et le style des chapitres rédigés par des personnes différentes, à fusionner certains textes, à compléter et même à composer quelques parties importantes et enfin, à préparer les figures nécessaires pour illustrer le document.

La confection des illustrations fut confiée à madame Odette Fortier Auclair et la rédaction définitive du manuel au soussigné. Mentionnons que les membres du Comité du manuel ont participé activement à la production du document sous sa forme actuelle. Leur contribution a permis, croyons-nous, de déboucher sur une vision nouvelle des principes et des techniques de combat des incendies forestiers; elle aura peut-être permis également quelques innovations, notamment en ce qui concerne l'analyse d'un incendie et l'utilisation d'aéronefs.

Cette première édition du *Manuel de lutte contre les feux de forêt* sera éventuellement mise à jour à partir de l'expérience acquise dans les cours de formation, des commentaires formulés par ses lecteurs et des nouvelles techniques de combat des feux qui ne manqueront pas de voir le jour.

Le rédacteur,

PIERRE LEFEBVRE, ing.f., M.Sc.F.

table des matières

page

AVANT-PROPOS i

TABLE DES MATIERES v

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I NOTIONS DE PYROLOGIE FORESTIERE. 5

1.1 Principes fondamentaux de la combustion. 5

1.2 Développement des incendies. 16

1.3 Conditions de propagation des incendies forestiers 17

1.4 Formes et parties d'un feu de forêt. 37

1.5 Catégories de feux de forêt. 41

page

CHAPITRE 2 PRINCIPES ET METHODES DE LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET 45

2.1 Principes et moyens de combat des feux 45

2.2 Etapes de développement et de combat d'un incendie 51

2.3 Méthodes pour contenir et maîtriser les feux de forêt. . . . 59

2.4 Techniques d'extinction des incendies. 66

CHAPITRE 3 LOCALISATION ET RECHERCHE DF L'INCENDIE. 71

3.1 Localisation de l'incendie 71

3.2 Localisation cartographique d'un feu à l'aide du système de quadrillage du Québec. 77

3.3 Recherche de l'incendie. 81

CHAPITRE 4 ANALYSE D'UN INCENDIE ET CONFECTION DU PLAN D'ATTAQUE. 85

4.1 Cueillette des données de base 86

4.2 Analyse de l'incendie. 97

4.3 Confection du plan d'attaque 108

4.4 Révision du plan d'attaque 115

CHAPITRE 5 ETABLISSEMENT ET SURVEILLANCE DES LIGNES DE SUPPRESSION. 117

5.1 Localisation des lignes de suppression 118

5.2 Construction des lignes d'arrêt. 126

5.3 Surveillance des lignes d'arrêt. 147

CHAPITRE 6 EMPLOI DE L'OUTILLAGE DE COMBAT. 151

6.1 La hache 152

6.2 La scie. 154

page

6.3 La pelle 157

6.4 La pioche. 165

6.5 Le râteau. 168

6.6 Le réservoir à eau 171

6.7 Le brûleur à pression. 177

CHAPITRE 7 UTILISATION DE MACHINERIE LOURDE 179

7.1 Facteurs limitant l'usage et le rendement de la machinerie lourde. 180

7.2 Conditions de choix d'une machine lourde 184

7.3 Principes d'utilisation du bulldozer pour la construction de lignes d'arrêt. 188

7.4 Techniques de construction de lignes d'arrêt à l'aide du bulldozer. 189

7.5 Organisation des travaux de construction d'une ligne d'arrêt à l'aide de bulldozers 198

7.6 Utilisation de machinerie lourde durant la nuit. 202

7.7 Sécurité des effectifs et de la machinerie lourde. 204

CHAPITRE 8 USAGE DES MOTOPOMPES 209

8.1 Utilisation de l'eau dans la lutte contre les feux de forêt 210

8.2 Description des motopompes et de l'équipement d'arrosage . . 219

8.3 Modalités générales d'opération des motopompes 232

8.4 Modes de raccordement des motopompes 238

8.5 Organisation de l'arrosage au moyen de motopompes. 245

8.6 Application de techniques de combat des feux à l'aide de motopompes. 262

8.7 Protection des motopompes et du boyau contre le feu. 269

page

CHAPITRE 9 UTILISATION D'AERONEFS 271

9.1 Support des opérations de combat au moyen d'aéronefs 272

9.2 Lutte aérienne contre les feux de forêt. 286

9.3 Installations terrestres pour aéronefs 350

CHAPITRE 10 ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET. 357

10.1 Principes d'organisation 358

10.2 Stades d'organisation des opérations de combat 373

10.3 Organisation des services de soutien 383

10.4 Mesures visant à entretenir le moral des combattants 395

10.5 La sécurité dans une organisation de lutte contre le feu 397

BIBLIOGRAPHIE. 401

ANNEXES. 405

ANNEXE A Utilisation de la boussole. 407

ANNEXE B Description des fonctions pour une organisation de combat des feux de forêt 415

introduction

Dans l'ensemble du secteur forestier, la protection des forêts contre le feu constitue une préoccupation majeure. Il existe peu d'activités de conservation qui ont reçu autant de publicité et réalisé des progrès aussi considérables depuis le début du siècle que la prévention des incendies forestiers. Cependant, malgré tous les efforts entrepris par l'homme pour réduire les dangers et les risques de feu, la forêt continue toujours de brûler. A cause de l'importance des ressources forestières, le combat des feux qui les menacent demeure une activité qui justifie la mobilisation de ressources humaines et matérielles imposantes.

Au Québec, le feu ravage périodiquement les forêts, brûlant chaque année une moyenne de 230 milles carrés de terrain boisé productif. Les quelques 960 feux qui éclatent annuellement sont imputables à des causes naturelles et à des causes humaines. L'agent principal de la première catégorie, soit la foudre, est responsable en moyenne de 25% du nombre de feux déclarés et de plus de 70% de la superficie brûlée. Les incendies forestiers causés par l'homme sont de loin les plus importants en nombre; dans cette catégorie se retrouvent les feux allumés par des fervents de

la récréation, des voyageurs, des ouvriers forestiers ou autres travailleurs en forêt, des défricheurs et des incendiaires.

La prévention, la détection et le combat des incendies forestiers sont assumés au Québec par sept organismes régionaux de conservation. Ceux-ci ont des structures très mobiles qui leur permettent d'intervenir rapidement pour réduire au minimum l'action destructive du feu.

La lutte contre les feux de forêt doit être basée sur des techniques éprouvées. Elle doit compter, pour leur application, sur une organisation de type paramilitaire, capable de faire face à des situations d'urgence en augmentant, selon les besoins, la quantité d'hommes et d'équipements de combat nécessaires.

La connaissance du comportement des incendies dans la forêt et des moyens de lutter contre eux constituent des pré-requis indispensables. Le combat des feux ne peut être, non plus, entrepris sans d'abord procéder à la localisation précise du foyer, de même qu'à sa recherche au sol par les combattants. Une fois arrivé sur les lieux d'un incendie, il faut encore prendre le temps d'analyser attentivement la situation dans le but de préparer un plan d'attaque indiquant les tâches à réaliser.

Le combat d'un incendie de forêt requiert également des techniques différentes de celles utilisées pour éteindre un feu de camp ou un feu de maison. La principale technique employée consiste à établir, au moyen d'outils manuels, de machinerie lourde, de motopompes ou même d'avions-citernes, une véritable barrière tout autour de l'aire incendiée, barrière que le feu ne devrait pas être capable de traverser. L'utilisation des équipements de combat fait l'objet d'une attention spéciale dans ce manuel de lutte contre les feux de forêt. En effet, leur manipulation adéquate conditionne le rendement des techniques de combat employées.

Enfin, il importe de souligner que le combat des feux de forêt fait appel à un nombre d'hommes important, dont les fonctions et les rapports doivent être définis soigneusement. C'est pourquoi

l'organisation des opérations de lutte et la direction des combattants s'avèrent tout aussi importantes à considérer que les techniques de combat elles-mêmes.

Précisons dès maintenant que le problème du combat des incendies forestiers diffère parfois beaucoup d'un endroit à l'autre. Le présent manuel est d'abord adapté aux conditions du Québec. Les principes qu'il évoque demeurent valables dans l'ensemble du territoire, mais leur application pourrait exiger de légères adaptations selon la région en cause.

1

notions de pyrologie forestière

La pyrologie forestière constitue une science dont l'objet principal est l'étude des feux de forêt et de leurs propriétés. Elle explique, entre autres choses, le phénomène de la combustion, décrit les caractéristiques propres aux incendies de forêt et étudie les facteurs qui influencent leurs origines et leur développement.

Ce chapitre traitera d'abord des principes fondamentaux de la combustion, puis il exposera les mécanismes de développement et de propagation d'un incendie en forêt. Enfin, il présentera la description des principales catégories de feux de forêt observés au Québec.

1.1 PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA COMBUSTION

Les feux de forêt sont le résultat de la combustion des matériaux ligneux qui composent la plus grande partie de la végétation forestière. Par *combustion*, on entend l'ensemble des phénomènes qui accompagnent la combinaison chimique ou l'union rapide de l'oxygène de l'air avec le carbone contenu dans les *combustibles*. Ces derniers sont

définis comme étant des corps ayant la propriété de brûler, c'est-à-dire des substances qui peuvent être détruites par le feu, comme le bois, la tourbe, le charbon, la paille, le papier, etc.

On distingue en général deux types de combustion: le premier, *la combustion vive*, se caractérise par un fort dégagement de lumière et de chaleur (ou d'énergie calorifique), alors que le second, *la combustion lente*, se distingue plutôt par une faible production de chaleur et de lumière. Un feu de camp constitue un exemple pour le premier type de combustion alors qu'un feu de charbon de bois s'apparente davantage au deuxième type.

Examinons maintenant les conditions essentielles à l'amorce du processus de combustion ainsi qu'à son développement, c'est-à-dire à partir du stade de foyer initial jusqu'à celui de véritable incendie de forêt.

1.1.1 Eléments indispensables à la combustion

Pour s'exercer, la combustion exige la présence en proportion convenable de trois éléments, à savoir: des combustibles, de l'oxygène et de la chaleur. La sensibilité de la forêt au feu s'explique essentiellement par la présence, dans ce milieu, d'air en abondance et de combustibles particulièrement vulnérables. En général, le seul élément qui manque pour compléter le symbolique *triangle du feu* (figure 1), et produire l'inflammation et la combustion, est une source de chaleur suffisante. Attardons-nous quelques instants à décrire chacun des trois éléments de la combustion dont les caractéristiques conditionnent la violence d'un incendie.

1) Les combustibles

Tous les éléments qui constituent la forêt, à partir du sol végétal jusqu'à la cime des arbres, sont des matériaux combustibles. C'est généralement à la surface du sol que se trouvent les matériaux les plus inflammables, c'est-à-dire ceux qui prennent feu le plus facilement, tels que l'herbe, les feuilles mortes et les déchets de coupe.

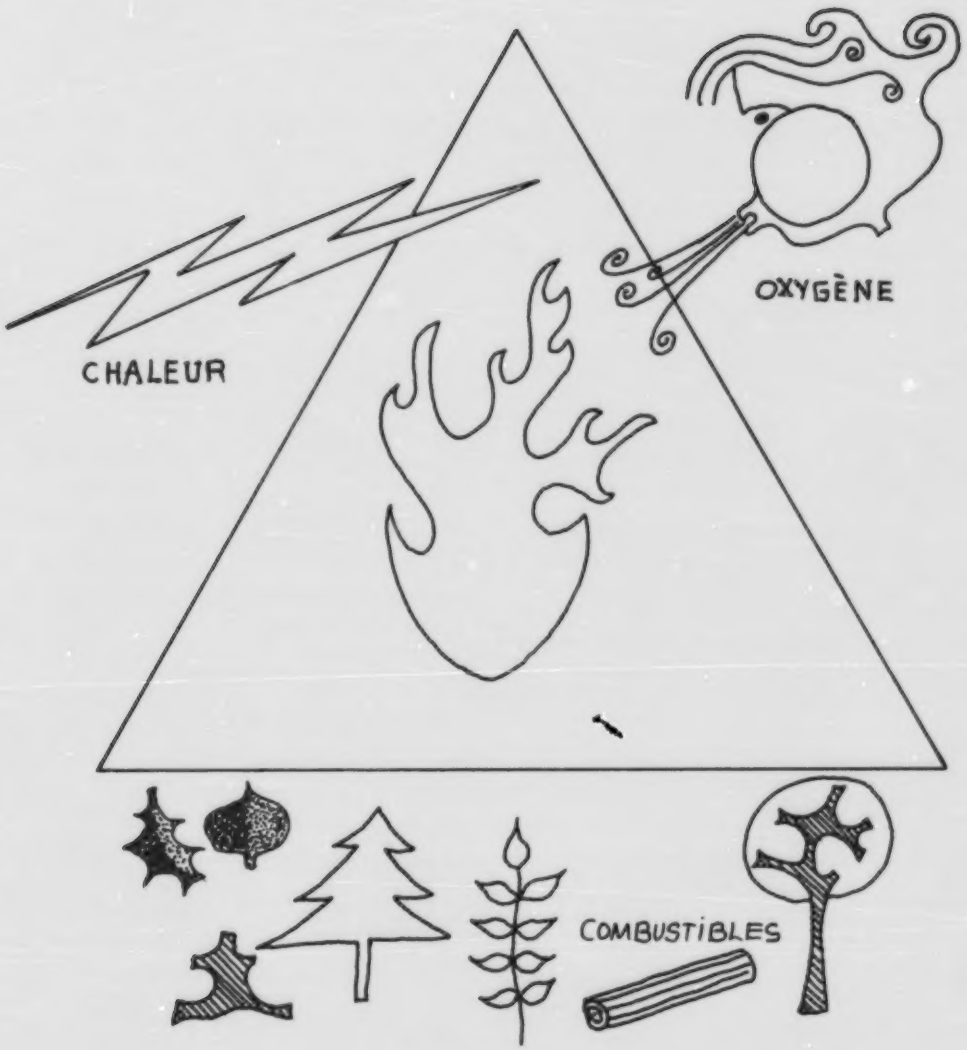


FIGURE 1 TRIANGLE DU FEU

2) L'oxygène de l'air

L'oxygène est un gaz incolore qui compte pour approximativement 21% du volume total des gaz de l'atmosphère. C'est dire que seulement un cinquième du volume de l'air est utilisé dans le processus de la combustion.

On considère qu'il faut environ 130 pieds cubes d'air pour fournir l'oxygène nécessaire pour brûler une livre de bois. Cet approvisionnement en gaz, indispensable pour qu'il y ait combustion, est fourni par la réaction elle-même, laquelle produit son propre courant d'air. L'oxygène constitue un élément tellement indispensable à l'entretien d'un feu, que même le combustible le plus inflammable ne saurait brûler rapidement sans un apport d'air suffisant. Un manque d'oxygène se traduit habituellement par une combustion lente, sans formation de flamme.

3) La chaleur

La température à laquelle les combustibles s'enflamment ou prennent feu s'appelle le *point d'inflammation*. Cette température se situe aux environs de 600 à 800°F et varie selon la nature des combustibles. Par exemple, si un morceau de bois est chauffé jusqu'à son point d'inflammation, tout le morceau s'enflamme spontanément et brûle aussi rapidement que lui parvient l'oxygène. Cependant, le feu ne se tient en général qu'à la surface du combustible, parce que seules les particules placées au voisinage de la source de chaleur sont portées à leur point d'inflammation et prennent feu.

Avec les combustibles forestiers, un apport extérieur de chaleur n'est nécessaire que pour amorcer le phénomène de combustion. Une fois les matériaux en ignition, on observe un grand dégagement de chaleur et une forte élévation de température, pouvant aller jusqu'à un maximum de 2,000°F.

Notons que la quantité de chaleur dégagée à un moment donné varie directement en fonction de la vitesse de combustion. Par exemple,

la quantité de chaleur produite au cours de la combustion d'un bloc de bois de poids déterminé sera égale à celle dégagée par un même poids de copeaux de bois, mais dans le premier cas, cette quantité d'énergie sera libérée durant une période plus longue et donc, à une vitesse beaucoup plus lente que dans le second cas. En plus de l'état de fractionnement des combustibles, la vitesse de combustion dépend également de leur teneur en humidité, de leur point d'inflammation et des conditions d'approvisionnement en oxygène.

1.1.2 Phases du processus de combustion

Pour un observateur, un feu de forêt important ressemble beaucoup plus à un phénomène météorologique ou physique qu'à une réaction chimique. L'étude attentive des trois phases du processus de combustion du bois aidera donc à mieux comprendre ce qui se passe effectivement lorsqu'un feu est en activité.

Examinons auparavant la composition générale de la plupart des combustibles forestiers. L'observation au microscope d'un échantillon de bois nous révèle la présence de résines diverses, de cire, d'eau emprisonnée, d'acides multiples, de tissus fibreux à base de carbone (cellulose et lignine) et d'autres matières liquides. A température normale, ces substances demeurent dans le bois, mais elles ont tendance à s'évaporer quand elles sont mises en contact avec une source de chaleur suffisante.

La première phase du processus de combustion, appelée *préchauffage*, regroupe les phénomènes observés lorsque des combustibles subissent pour la première fois l'influence d'une source de chaleur intense. On remarque tour à tour que les combustibles se réchauffent, se dessèchent (à une température de 250°F, l'eau emprisonnée s'évapore), se distillent partiellement (les acides, les résines et autres liquides commencent à se transformer en gaz dès que la température parvient aux environs de 500°F), puis finalement s'enflamment lorsque le point d'inflammation est atteint.

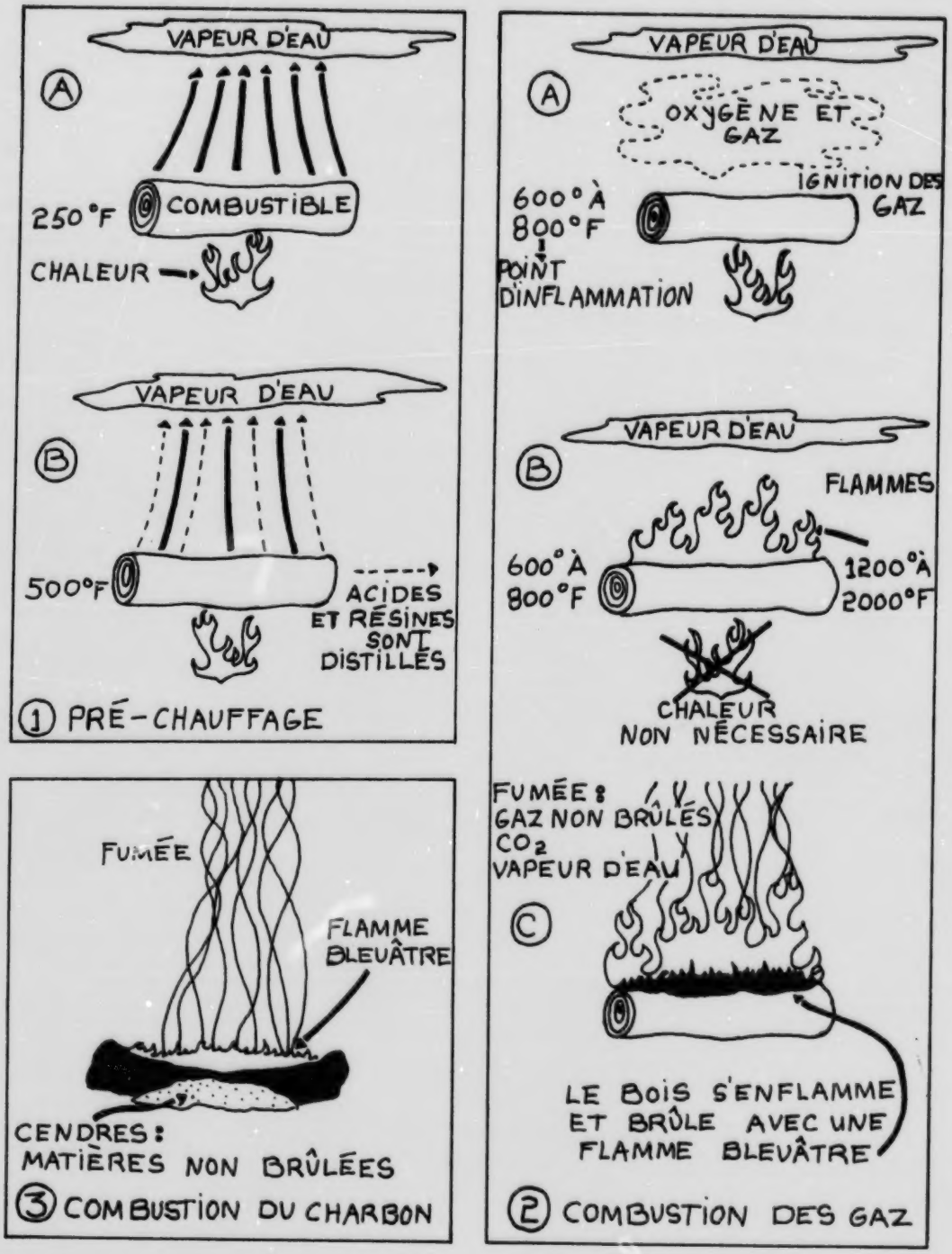


FIGURE 2 PHASES DU PROCESSUS DE COMBUSTION

Au cours de la deuxième phase du processus de combustion, la distillation des substances gazeuses se poursuit, mais elle s'accompagne maintenant de leur combustion ou oxydation. Le point de passage entre la première phase et celle dite de *combustion des gaz* se fait au moment de l'ignition de ces gaz. La formation de flammes jaune-rouge au-dessus des combustibles provient de la combustion des gaz distillés; cette réaction produit également de la vapeur d'eau ainsi que du bioxyde de carbone (CO_2).

Lorsque la combustion est incomplète, certaines substances distillées se condensent sans avoir été brûlées et demeurent en suspension au-dessus du feu: particules solides et fines gouttelettes. Ce phénomène de condensation est à l'origine de la fumée qui se dégage de la plupart des feux. Dans certaines conditions, la présence de vapeur d'eau donne à la fumée une couleur blanchâtre.

A la troisième et dernière phase du processus de combustion, on voit brûler les résidus de carbone ou *charbon de bois* produits lors de la deuxième phase; il ne restera, sous forme de cendre, qu'une petite quantité de matériaux non combustibles. La phase de combustion du charbon se différencie de la précédente par la nature du combustible; en effet, la substance qui brûle est à l'état solide et la combustion se produit à la surface même du charbon de bois. Si la réaction est complète, le principal produit de cette phase est le bioxyde de carbone et aucun dégagement d'eau n'est observé car ce dernier phénomène se produit essentiellement au cours des deux premières phases de la combustion. Du monoxyde de carbone (CO) se forme aussi comme produit intermédiaire, mais il brûle à son tour à l'état gazeux pour former du bioxyde de carbone (CO_2); les petites flammes bleuâtres qui apparaissent à la surface de combustibles en ignition témoignent de cette deuxième oxydation.

Même si les trois phases du processus de combustion chevauchent l'une sur l'autre, elles peuvent être observées facilement dans un feu de forêt en progression. On aperçoit d'abord la zone où les feuilles et les herbes se tordent et se dessèchent au fur et à mesure qu'elles sont pré-chauffées par le feu; ensuite, apparaît la zone de flammes

formées par les gaz en combustion; finalement, lorsque les flammes ont disparu, on distingue moins nettement une dernière zone, soit celle où brûle le charbon de bois. Par contre, si les combustibles forestiers sont très humides, cette dernière zone pourrait ne pas exister. La surface brûlée présenterait alors une teinte noire plutôt que grisâtre, due au fait que la majorité des matériaux à l'état de charbon ainsi que ceux couvrant le sol n'auraient pas complètement brûlé.

De façon schématique, le processus de combustion peut se résumer par l'équation suivante:

COMBUSTIBLES
+
OXYGENE
+
CHALEUR

$=$

FEU (flammes)
+
ENERGIE CALORIFIQUE ET LUMINEUSE
+
VAPEUR D'EAU
+
FUMEE
+
CHARBON DE BOIS (carbone)
+
CENDRES
+
BIOXYDE DE CARBONE (CO_2)

1.1.3 Modes de propagation de la chaleur

Le phénomène de la combustion est classé parmi les processus d'oxydation et se caractérise par une réaction en chaîne qui se développe rapidement à des températures élevées. En principe, dès que la combustion est amorcée, elle continue de se dérouler aussi longtemps que combustibles et oxygène alimentent la réaction, puisqu'en général, la combustion produit suffisamment de chaleur pour assurer le maintien du processus. Les moyens par lesquels se propage cette énergie calorifique méritent d'être très bien connus car ils expliquent, dans une large mesure, le développement des incendies forestiers. La chaleur émise par un corps en combustion se transmet de trois façons, à savoir par convection, par radiation et par conduction. La combustion ne peut se poursuivre s'il n'y a pas transport de chaleur par l'un ou l'autre de ces moyens.

1) Par convection

La propagation de chaleur par convection est réalisée sous forme d'une masse d'air chaud qui tend à monter verticalement à cause de son poids plus léger que l'air frais. L'air réchauffé par le feu s'élève et est remplacé par l'air froid environnant. On assiste alors à la création d'une *colonne de convection* au-dessus du feu, où s'accumule la plus grande partie de la chaleur dégagée par la combustion. Ce principe de transport de la chaleur est mis en application dans certains systèmes de chauffage par air chaud des maisons.

La chaleur propagée par convection constitue, avec le vent, le principal mode de diffusion des feux de cimes. En effet, dans son ascension, la chaleur dessèche et réchauffe les combustibles placés sur son passage et les enflamme si elle est suffisamment intense.

La propagation de chaleur par convection est souvent affectée par le vent qui dévie la colonne de convection vers le sol, réchauffant ainsi les combustibles situés en avant du feu et provoquant leur combustion.

2) Par radiation

La chaleur transmise par radiation se propage sous forme d'énergie rayonnante, c'est-à-dire radialement, en ligne droite et dans toutes les directions, sans l'aide d'un moyen matériel. L'intensité de la chaleur rayonnante est inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare le foyer des matières susceptibles de combustion. Ainsi, les matériaux situés à un intervalle de dix pieds du foyer d'incendie reçoivent cent fois moins de chaleur que les combustibles placés à un pied seulement du brasier. A part les matériaux situés au-dessus du foyer et qui subissent l'influence de la colonne verticale d'air chaud, seuls les combustibles placés suffisamment près du feu peuvent ainsi être chauffés jusqu'à leur point d'inflammation et brûler.

La quantité de chaleur dégagée par un incendie peut parfois

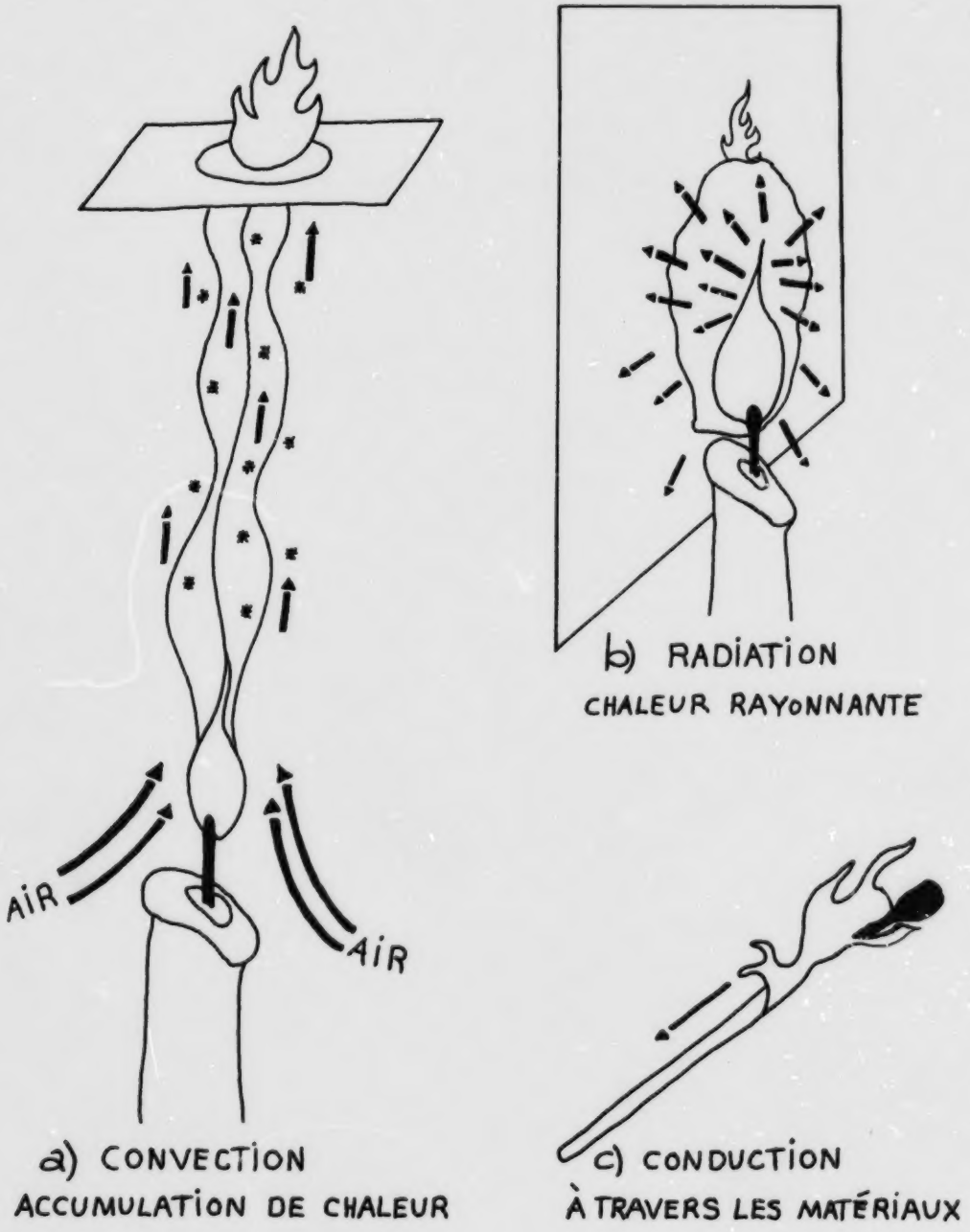


FIGURE 3 MODES DE PROPAGATION DE LA CHALEUR

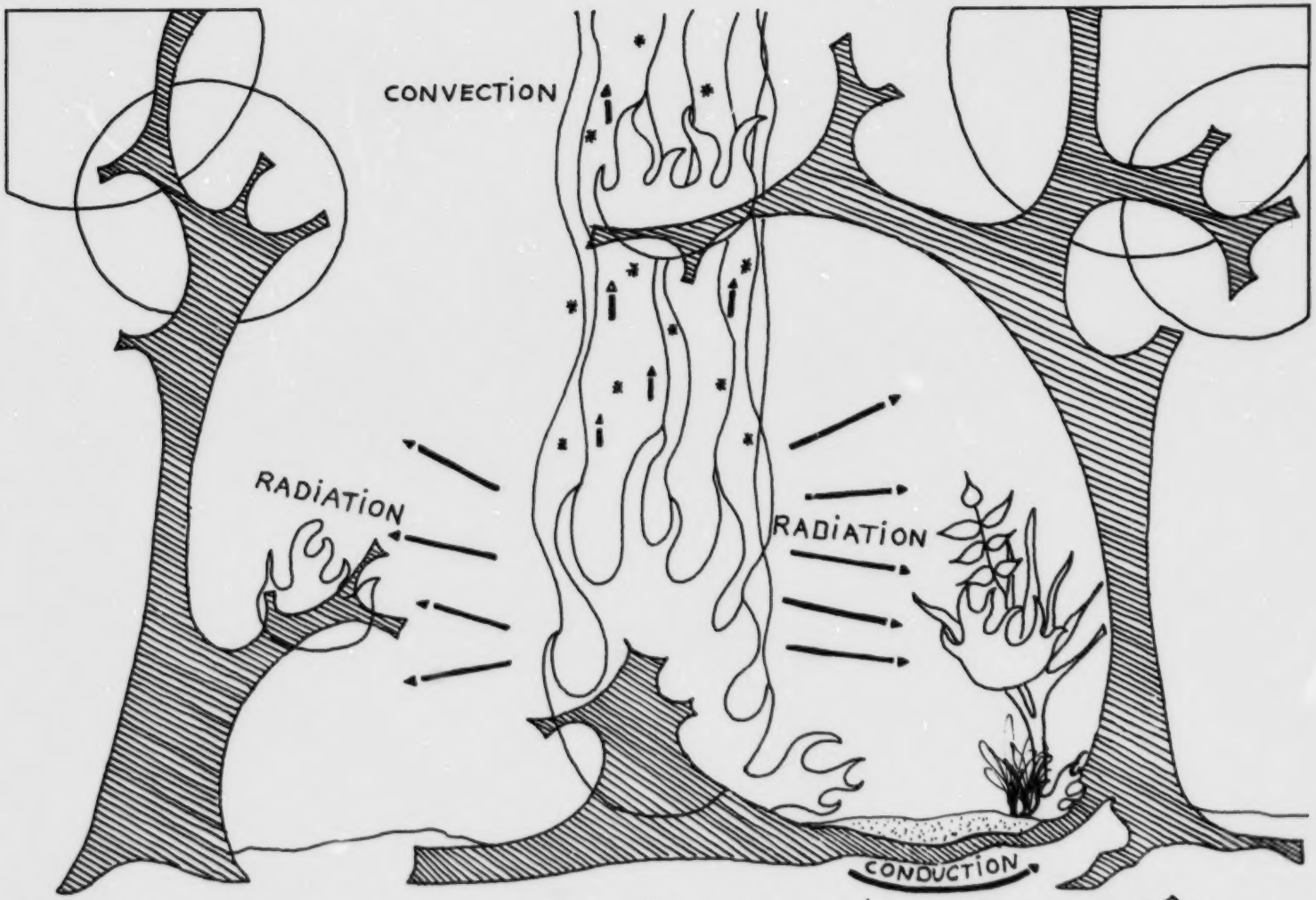


FIGURE 4 MODES DE PROPAGATION D'UN FOYER D'INCENDIE EN FORÊT

être tellement considérable que la chaleur rayonnante suffit à elle seule à augmenter, au point d'inflammation, la température des combustibles séparés du feu par la largeur d'un sentier ou d'un chemin forestier. La chaleur transmise par radiation contribue d'abord à dessécher les combustibles séparés du feu par la largeur d'un sentier ou d'un chemin forestier. La chaleur transmise par radiation contribue d'abord à dessécher les combustibles avant de les enflammer. La chaleur dégagée de cette façon est d'autant plus intense que la combustion se fait rapidement.

3) Par conduction

La propagation dans les matériaux combustibles constitue le troisième mode de transmission de l'énergie calorifique. En général, les combustibles forestiers sont de mauvais conducteurs de chaleur; c'est ce qui explique pourquoi la propagation de la chaleur en profondeur se fait si lentement. Ce moyen de diffusion de la chaleur n'en perd pas pour autant son importance car l'effet de la combustion étant ainsi moins visible, les personnes chargées de combattre un incendie éprouvent souvent une fausse sécurité.

L'exemple des feux de profondeur illustre bien la difficulté qu'il y a à lutter contre certains feux qui se propagent par conduction. Rappelez-vous les problèmes que vous avez peut-être déjà rencontrés pour éteindre un feu de camp qui s'était développé en profondeur.

1.2 DEVELOPPEMENT DES INCENDIES

Nous avons déjà mentionné qu'il était nécessaire de fournir une certaine quantité de chaleur pour qu'un feu prenne naissance. Cependant, le développement d'un incendie de forêt ne peut être assuré que par une source continue de chaleur.

Examinons par exemple la combustion d'une allumette: aussitôt que les produits chimiques placés à l'une des extrémités ont été consumés, la chaleur requise au maintien du feu est fournie par la flamme. Si l'allumette est maintenue la tête vers le haut, la chaleur ne peut

alors se communiquer à la partie intacte de la tige que par conduction; la chaleur voyage ainsi tellement lentement qu'elle ne suffit plus à réchauffer le combustible jusqu'à son point d'inflammation.

Par contre, si l'allumette est tenue la tête vers le bas, de façon à ce que les flammes entourent le brin non brûlé, celui-ci est rapidement réchauffé jusqu'au point d'inflammation et le feu se propage rapidement à toute l'allumette. Ceci démontre bien que la combustion est une réaction en chaîne et qu'il est indispensable que les combustibles soient d'abord réchauffés pour que le processus d'oxydation se maintienne.

Le même principe s'applique au développement des incendies forestiers. La chaleur dégagée par un feu est le principal élément nécessaire pour assurer la continuité de la combustion. Cette chaleur exerce une grande influence sur le comportement des incendies parce qu'elle permet d'assécher et de réchauffer les combustibles situés en bordure du feu. En se consumant, ceux-ci augmentent à leur tour la quantité de chaleur qui conditionne la réaction, engendrant par le fait même une réaction en chaîne.

Lorsque l'incendie atteint un niveau d'intensité considérable, il développe par convection des courants d'air locaux, ou tourbillons, pouvant dépasser en force celle des courants atmosphériques. La formation de ces courants d'air s'explique du fait que l'air chaud, plus léger que l'air froid, tend à s'élever verticalement. L'air froid s'élance donc à la base du foyer d'incendie afin de remplacer l'air chaud. Ces courants d'air contribuent, d'une part, à apporter au foyer de nouvelles réserves d'oxygène et, d'autre part, à entraîner dans leur mouvement ascendant, des matières enflammées susceptibles de retomber à l'extérieur de l'incendie avant de s'éteindre.

1.3 CONDITIONS DE PROPAGATION DES INCENDIES FORESTIERS

Le comportement ou la propagation d'un incendie est régi par un certain nombre de facteurs dont les influences s'opposent ou s'additionnent. Parmi ces facteurs, les combustibles, les éléments atmosphé-

riques, la topographie et les saisons représentent les variables stratégiques auxquelles une attention particulière doit être accordée.

1.3.1 Les combustibles

Les combustibles constituent l'un des éléments nécessaires à la propagation d'un incendie. Il est important de savoir comment la nature, la grosseur, la disposition, la quantité, la distribution et la teneur en humidité de ces matériaux conditionnent le développement d'un feu de forêt. Toutes les composantes du milieu forestier, depuis l'humus, la végétation herbacée et les arbustes, jusqu'aux arbres les plus grands, sont autant de combustibles inflammables en puissance.

1) La nature des combustibles

Les divers matériaux qui composent la forêt peuvent être groupés au point de vue de leur combustibilité en trois catégories, soit les combustibles critiques, les matières à combustion lente et les matériaux verts.

Les combustibles critiques désignent les matériaux qui, dans des conditions normales, sont susceptibles de s'enflammer facilement et de brûler rapidement. Ce sont principalement les feuilles mortes, les aiguilles, les brindilles, les écorces et l'herbe sèche qui jonchent la surface du sol. Ces matières s'assèchent très vite et forment un milieu idéal pour la naissance d'un feu de forêt. Elles brûlent rapidement et dégagent par conséquent beaucoup de chaleur.

Les matières à combustion lente groupent les autres corps ligneux morts qui ne peuvent pas brûler rapidement à cause de leur structure, de leurs dimensions, de leur disposition et de leur exposition. Elles comprennent l'humus (couche placée sous la litière), les branches, les billots, les souches, les chicots, etc. Elles brûlent lentement, sont rarement consumées en entier par le feu et conservent longtemps la chaleur.

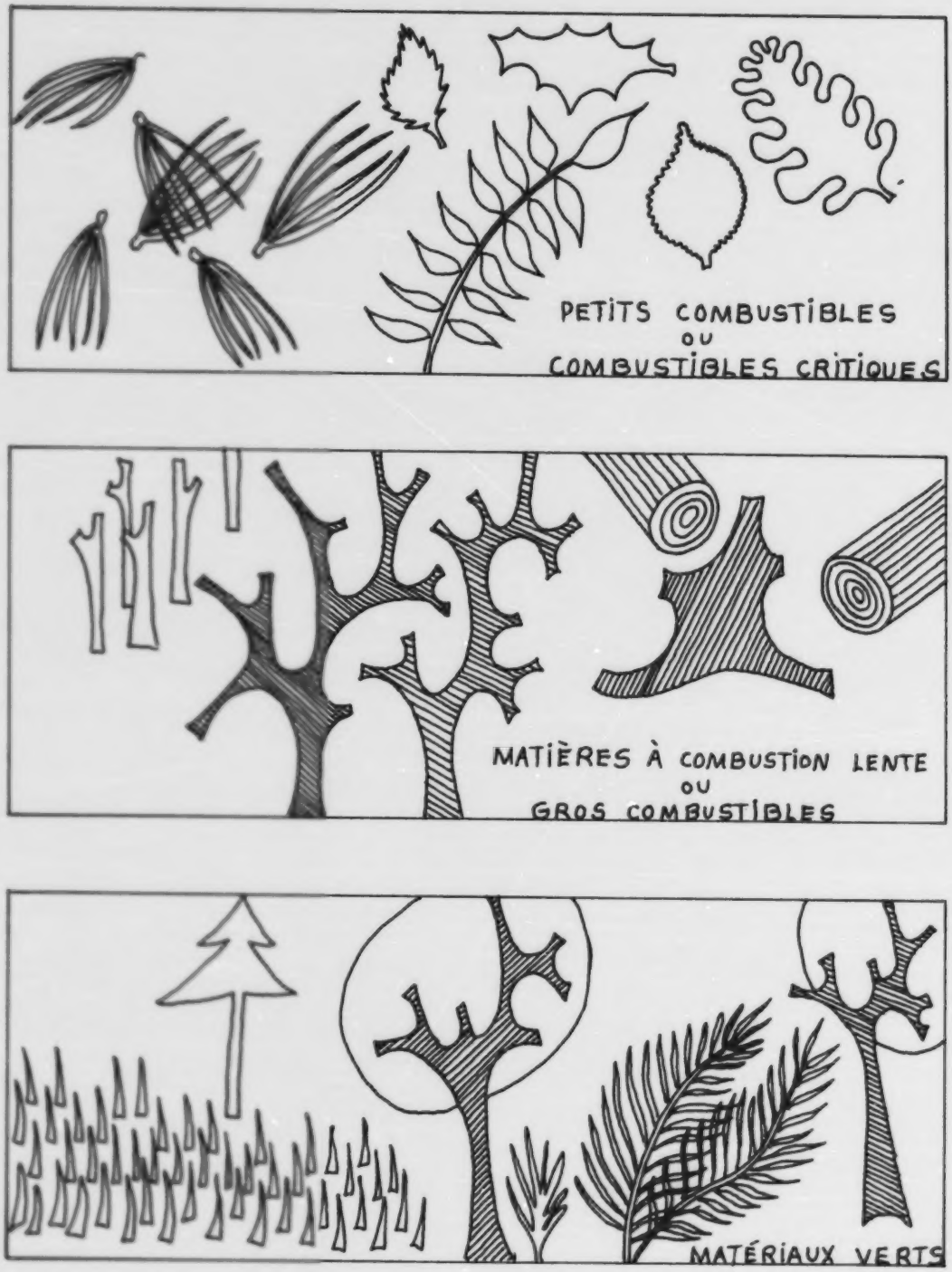


FIGURE 5 NATURE DES COMBUSTIBLES

Enfin, *les matériaux verts* désignent les matières ligneuses vivantes. Ils regroupent les arbres, le sous-bois, la végétation herbacée, etc. Ces matériaux sont normalement humides et considérés comme non-inflammables. Ils retardent souvent l'incendie au lieu de la propager. Mais quand ils sont desséchés par un brasier intense, les combustibles verts brûlent alors rapidement et avec violence.

2) La grosseur des combustibles

La grosseur des combustibles affecte grandement l'intensité de la combustion. Si les combustibles sont gros, la surface exposée à la chaleur pour une même quantité de matériaux, est moindre que s'ils étaient petits.

Plus grande est la surface exposée à la chaleur, plus l'humidité s'évapore rapidement. Voilà pourquoi, après une période de pluie, les petits combustibles se dessèchent beaucoup plus vite que les gros matériaux.

Enfin, plus la surface exposée est grande, plus la chaleur se propage facilement aux combustibles. C'est pourquoi les petits combustibles s'enflamment et brûlent plus rapidement. Il s'ensuit par conséquent que la quantité de chaleur développée est plus élevée et que le feu se propage plus vite.

3) La disposition des combustibles

La disposition des combustibles définit la relation qui existe entre tous les matériaux combustibles, tant sur le plan horizontal que sur le plan vertical. La répartition des combustibles influence le taux d'évaporation de l'humidité qu'ils contiennent ainsi que la morphologie et la vitesse de propagation des incendies; elle conditionne pour ainsi dire l'approvisionnement d'un foyer en matériaux inflammables.

La disposition horizontale des combustibles influe sur le taux de progression et sur l'intensité du feu. Les combustibles épars

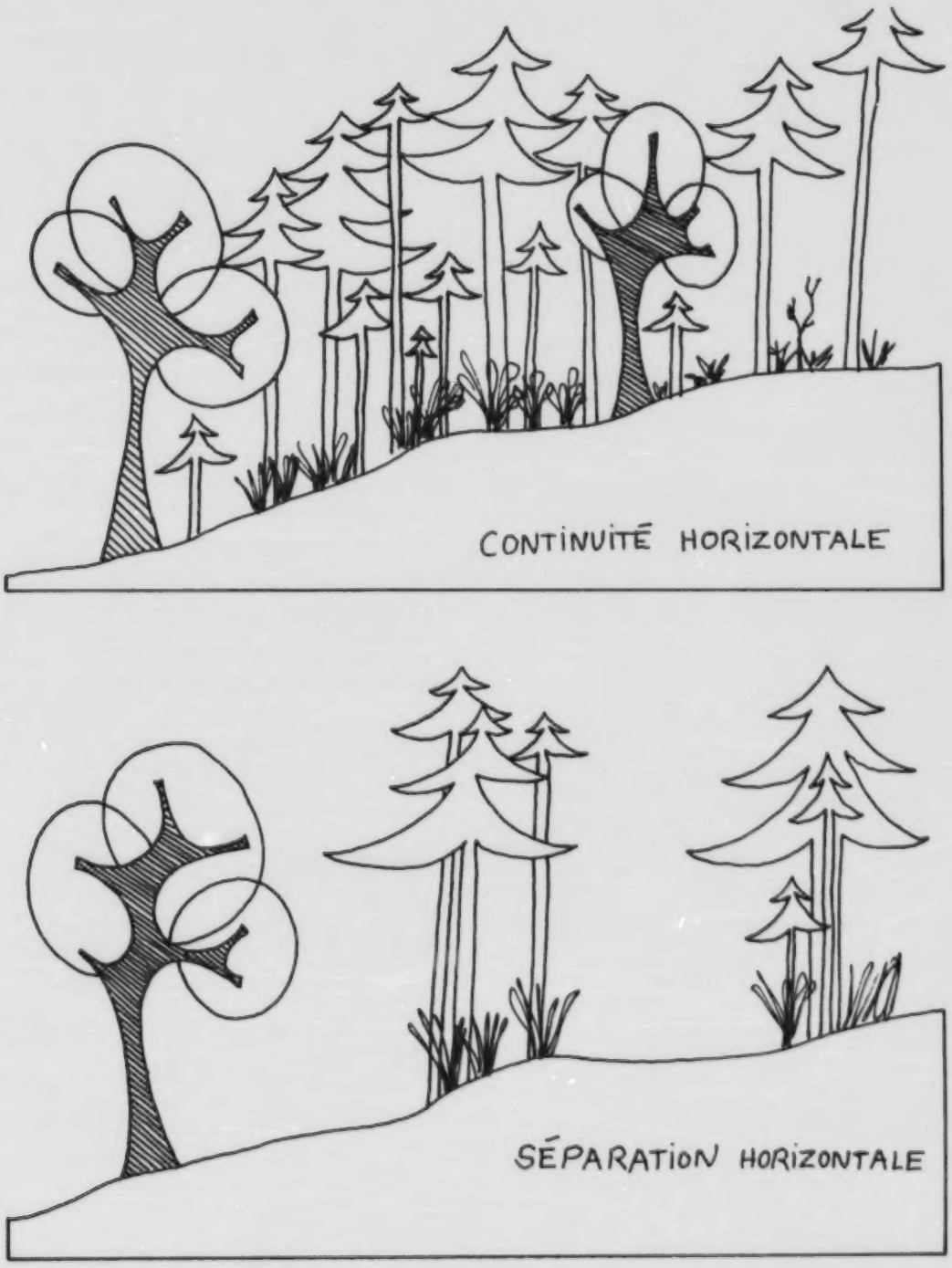
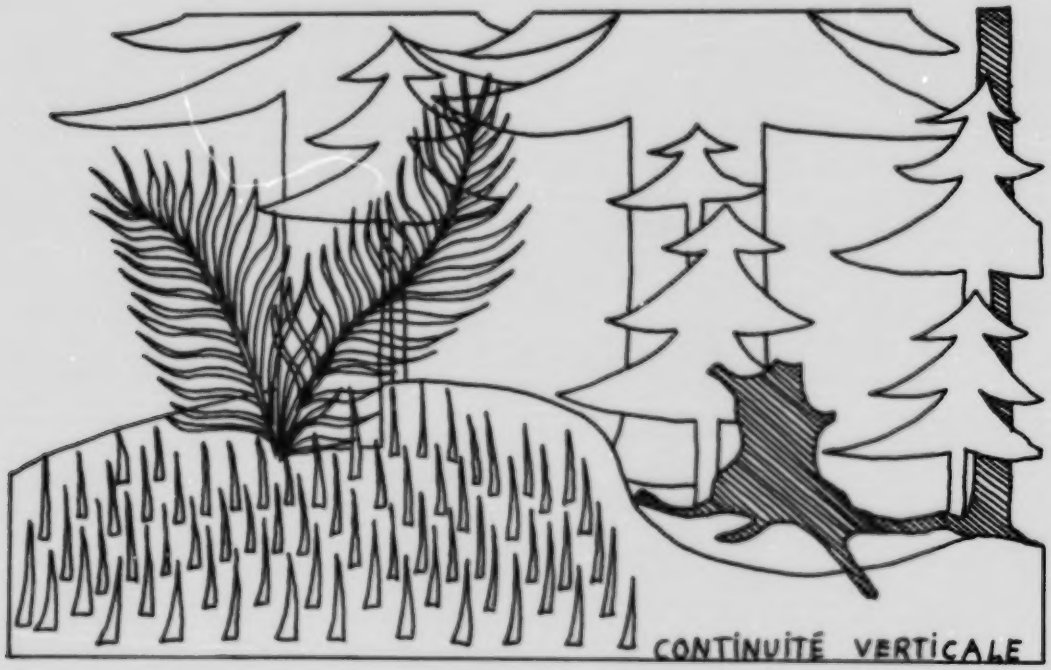


FIGURE 6 DISPOSITION HORIZONTALE DES COMBUSTIBLES



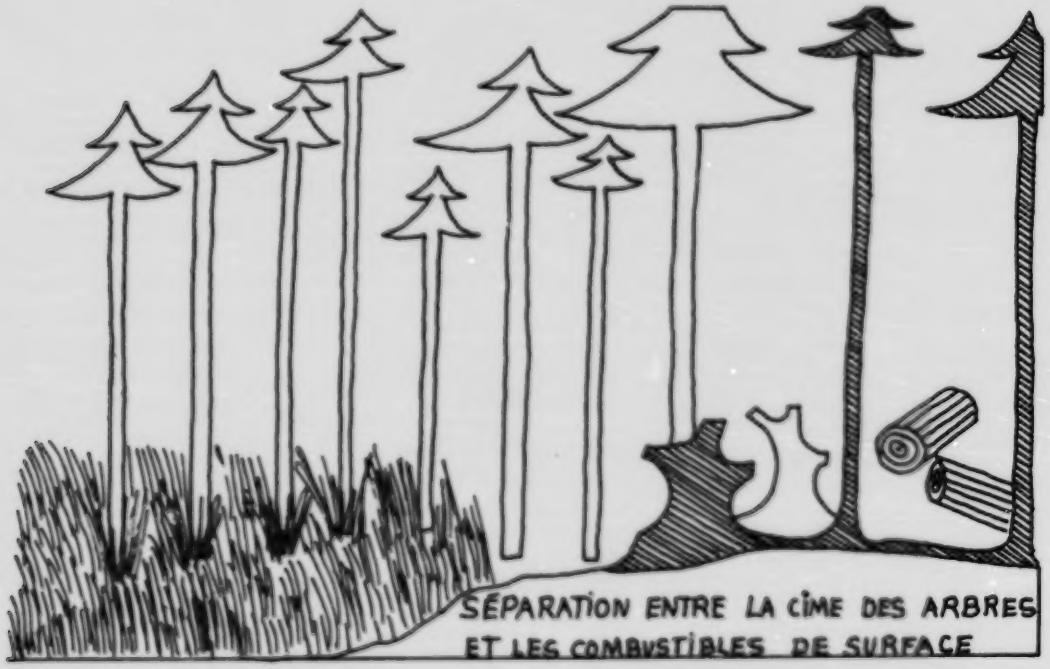


FIGURE 7 DISPOSITION VERTICALE DES COMBUSTIBLES

brûlent lentement parce que la chaleur se communique difficilement d'un morceau à l'autre. Par contre, si les combustibles sont rapprochés, ils brûlent avec une grande intensité et la chaleur dégagée accélère le taux de progression de l'incendie.

La disposition verticale des combustibles affecte, elle aussi, le taux de progression du feu et détermine même la nature de l'incendie. Si les combustibles sont distribués de façon continue à partir du sol jusqu'à la tête des arbres, il y a risque très élevé de voir se développer un feu de cimes. La densité et la continuité des peuplements en futaie constituent, avec le vent, les deux principaux facteurs qui conditionnent le maintien d'un feu de cimes. Lorsqu'il existe une *séparation* assez marquée entre les combustibles de surface et la tête des arbres, la possibilité de développement d'un feu de cimes est réduite.

Disposition et grosseur sont par ailleurs deux caractéristiques qui affectent simultanément le degré d'inflammabilité des combustibles. Les plus petits, à la différence des autres, s'allument évidemment avec plus de facilité, surtout lorsqu'ils forment une accumulation. C'est le cas, par exemple, d'une couche d'aiguilles de pin dont les éléments de faible taille se dessèchent et brûlent très rapidement.

4) La quantité de combustibles

L'intensité de chaleur dégagée par un foyer d'incendie est beaucoup plus élevée quand une grande quantité de combustibles est disponible. C'est pourquoi, lorsque les matériaux ligneux sont plus nombreux en bordure d'un feu de forêt, ils se réchauffent normalement plus vite et produisent un fort dégagement de chaleur. Un feu est donc toujours plus difficile à contrôler quand la quantité de combustibles est grande.

La quantité du combustible est le seul facteur sur lequel l'homme puisse exercer un contrôle quelconque, soit par des moyens mécaniques ou chimiques, soit par le feu lui-même.

5) La distribution des combustibles

La distribution des combustibles réfère à la répartition sur le territoire des différentes essences forestières, ainsi qu'à celle des barrières naturelles ou artificielles qui peuvent constituer un obstacle à la propagation d'un incendie. Cette distribution distingue *les régions de progression limitée et les régions de progression illimitée.*

Suivant les saisons, le feu se propage plus rapidement dans certaines essences que dans d'autres. Par exemple, aussitôt après le développement complet des feuilles, un peuplement de feuillus constitue une véritable barrière naturelle pour contrôler un incendie (progression limitée); par contre, au printemps ou à l'automne, ce peuplement est considéré comme un champ de progression illimitée à cause de l'accumulation au sol des feuilles mortes.

D'autre part, un peuplement résineux peut constituer une barrière naturelle durant les premiers jours qui suivent une précipitation importante, mais en période de sécheresse, il devient un champ de progression illimitée.

6) La teneur en humidité

L'humidité contenue dans les combustibles forestiers provient du sol, de la pluie ou de l'atmosphère. L'eau influence ces matériaux un peu à la manière d'une éponge. Lorsqu'ils sont secs, ils absorbent rapidement l'humidité; par contre, lorsqu'ils en sont saturés, ils peuvent la perdre tout aussi facilement.

La variation du contenu d'humidité de " la mousse à caribou " constitue un bon exemple de ce phénomène. Le jour, elle se dessèche presqu'entièrement au point de crépiter sous le pied. Le soir venu, la mousse s'imbibe de l'humidité ambiante et ramollit.

Les petits combustibles absorbent et perdent l'humidité plus rapidement que ne le font les gros matériaux. Cette propriété varie également avec le degré de décomposition des combustibles. Plus leur état

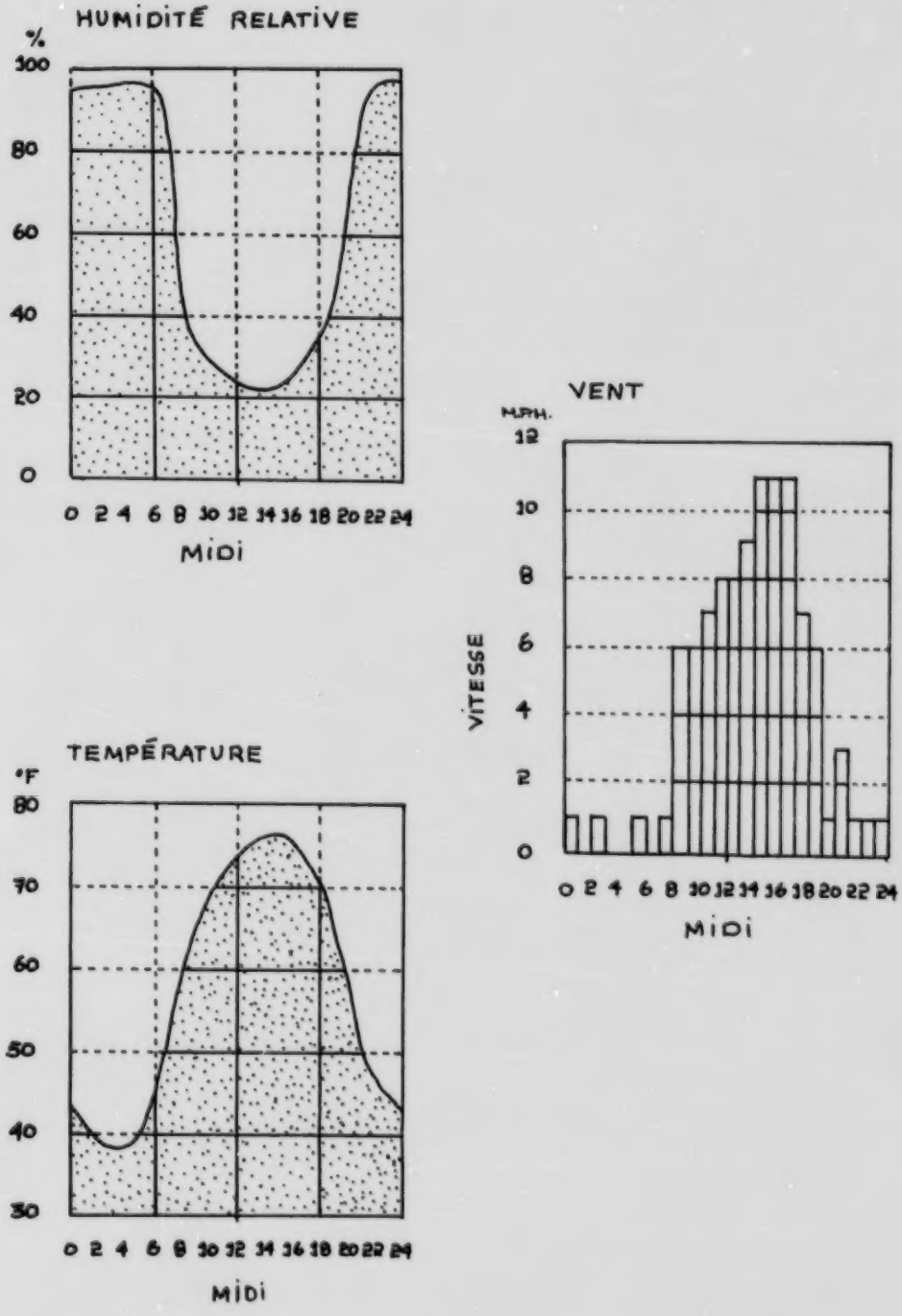


FIGURE 11 JOURNÉE TYPE DE BEAU TEMPS EN JUILLET

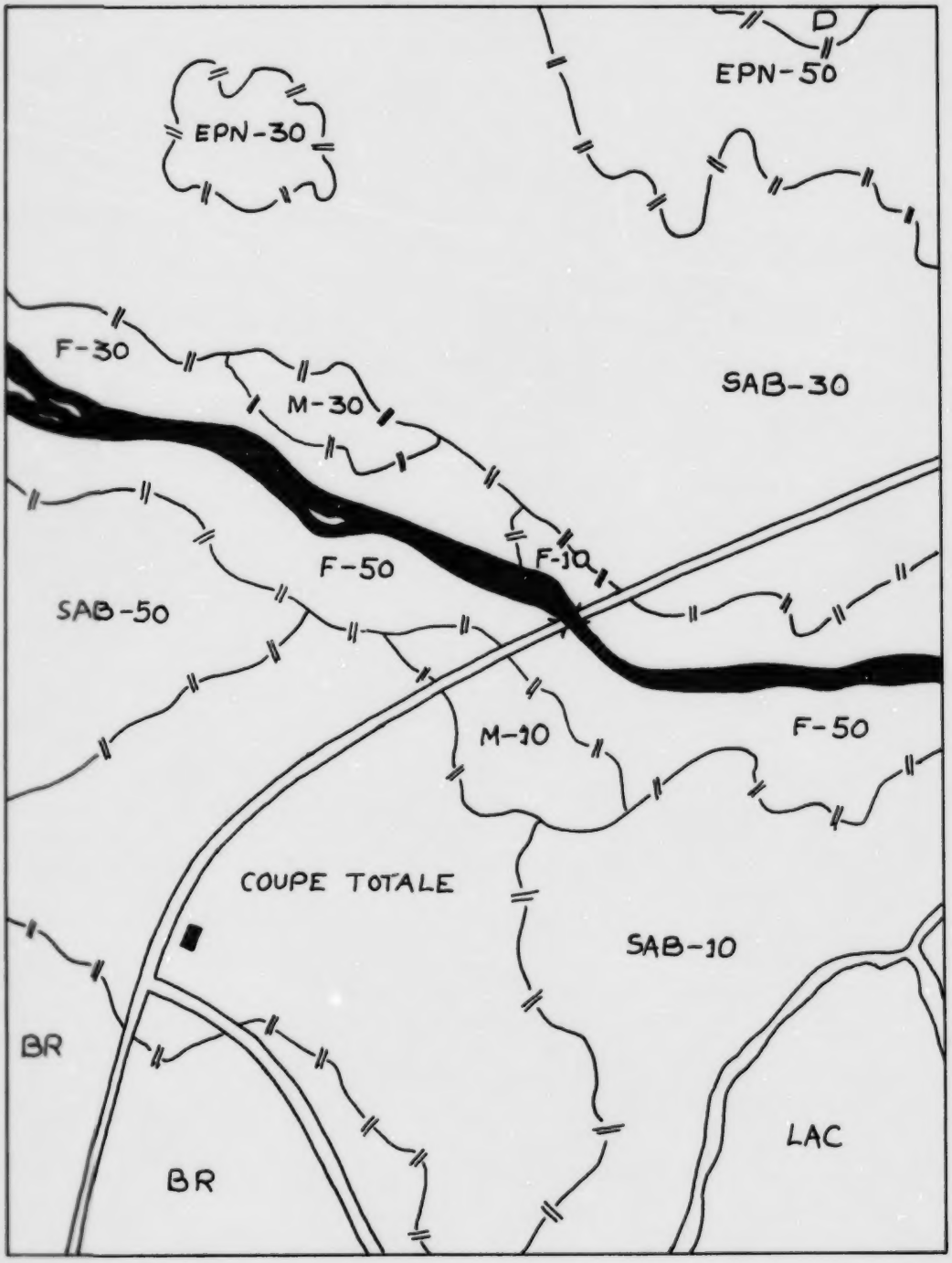


FIGURE 8 DISTRIBUTION DES COMBUSTIBLES

de décomposition est avancé, plus grande est leur capacité d'absorption et de rétention de l'humidité. Par exemple, dans un bûché récent, les souches se dessèchent assez rapidement. Cependant, dans un bûché vieux de dix ans ou plus, les souches conservent toujours une certaine humidité à cause de leur état de désagrégation et ce, même durant une période de sécheresse.

La quantité d'humidité contenue dans les combustibles joue un rôle important dans le comportement d'un incendie parce que ceux-ci ne peuvent s'enflammer tant qu'ils ne sont pas secs. Plus un matériau est humide, plus grande est la quantité de chaleur requise pour évaporer l'eau qu'il renferme et le chauffer jusqu'à son point d'inflammation. On comprend donc mieux pourquoi les matériaux humides sont difficiles à allumer, brûlent lentement et dégagent relativement peu de chaleur.

1.3.2 Les facteurs atmosphériques

Il existe quatre facteurs atmosphériques qui influencent le comportement des incendies, principalement à cause des effets qu'ils exercent sur les combustibles. Les facteurs susceptibles de modifier la teneur en humidité ou la vitesse de combustion de ces matériaux sont: la précipitation, l'humidité relative de l'atmosphère, la température et le vent.

1) La précipitation

La précipitation atmosphérique exerce un effet direct sur le contenu en humidité des combustibles. En effet, des précipitations régulières conservent l'humidité des combustibles critiques ou très inflammables. Par contre, une longue période de sécheresse réduit considérablement la teneur en humidité des combustibles et les rend plus susceptibles de prendre feu.

Il va de soi que les précipitations constituent des aides précieux pour l'extinction des incendies puisqu'elles font disparaître les dangers de feu, en plus de refroidir et d'humidifier les corps en ignition.

2) L'humidité relative

L'humidité relative indique la proportion entre la quantité de vapeur d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption de l'air à une température donnée. Elle exprime le pourcentage de saturation en eau de l'atmosphère et varie avec la température de l'air.

Quant l'air est complètement saturé, son humidité relative est de 100% et on observe alors la condensation de la vapeur d'eau sous forme de pluie ou autrement. Mais lorsqu'il n'est saturé qu'au quart ou qu'à la moitié de sa capacité, son humidité relative n'est plus que de 25 ou 50%; l'air agit donc comme une éponge partiellement sèche et absorbe l'humidité contenue dans les combustibles et dans le sol. Les changements dans la quantité d'humidité en suspension dans l'air proviennent soit des déplacements de masses d'air sec ou humide d'une région à une autre, soit des précipitations, ou soit encore d'une modification de température.

Si le contenu en humidité de l'air est voisin du point de saturation, les combustibles subissent l'influence de l'atmosphère et s'humidifient. Dans le cas contraire, l'inflammabilité de la forêt augmente puisque le taux d'évaporation de l'humidité des combustibles est plus élevé si le degré d'humidité est bas. Les modifications que connaît le niveau d'humidité relative exercent des effets importants sur les matériaux combustibles. En effet, ceux-ci sont irrémédiablement affectés par des périodes prolongées d'humidité relative basse ou élevée.

3) Le vent

Le vent est sans contredit le facteur atmosphérique qui affecte le plus le comportement d'un incendie forestier. Ses effets sont très variés. D'abord, *la circulation* continue de l'air au voisinage des combustibles accélère l'évaporation de l'humidité qu'ils contiennent, les rendant ainsi plus aptes à la combustion. De plus, le vent alimente le feu en oxygène et transporte même à distance des étincelles et des corps enflammés, accélérant ainsi la propagation de l'incendie.

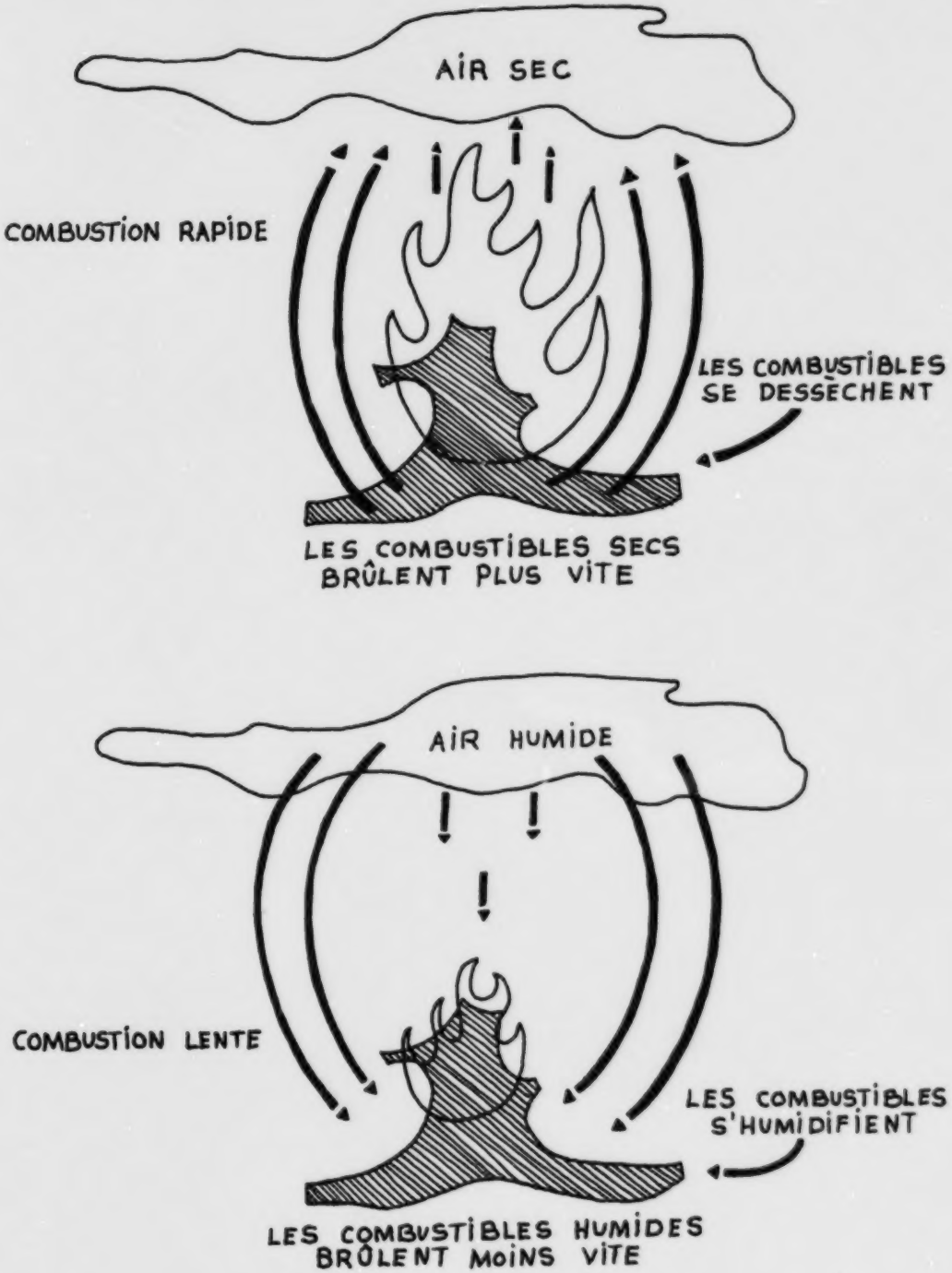


FIGURE 9 EFFETS DE L'HUMIDITÉ SUR LES COMBUSTIBLES

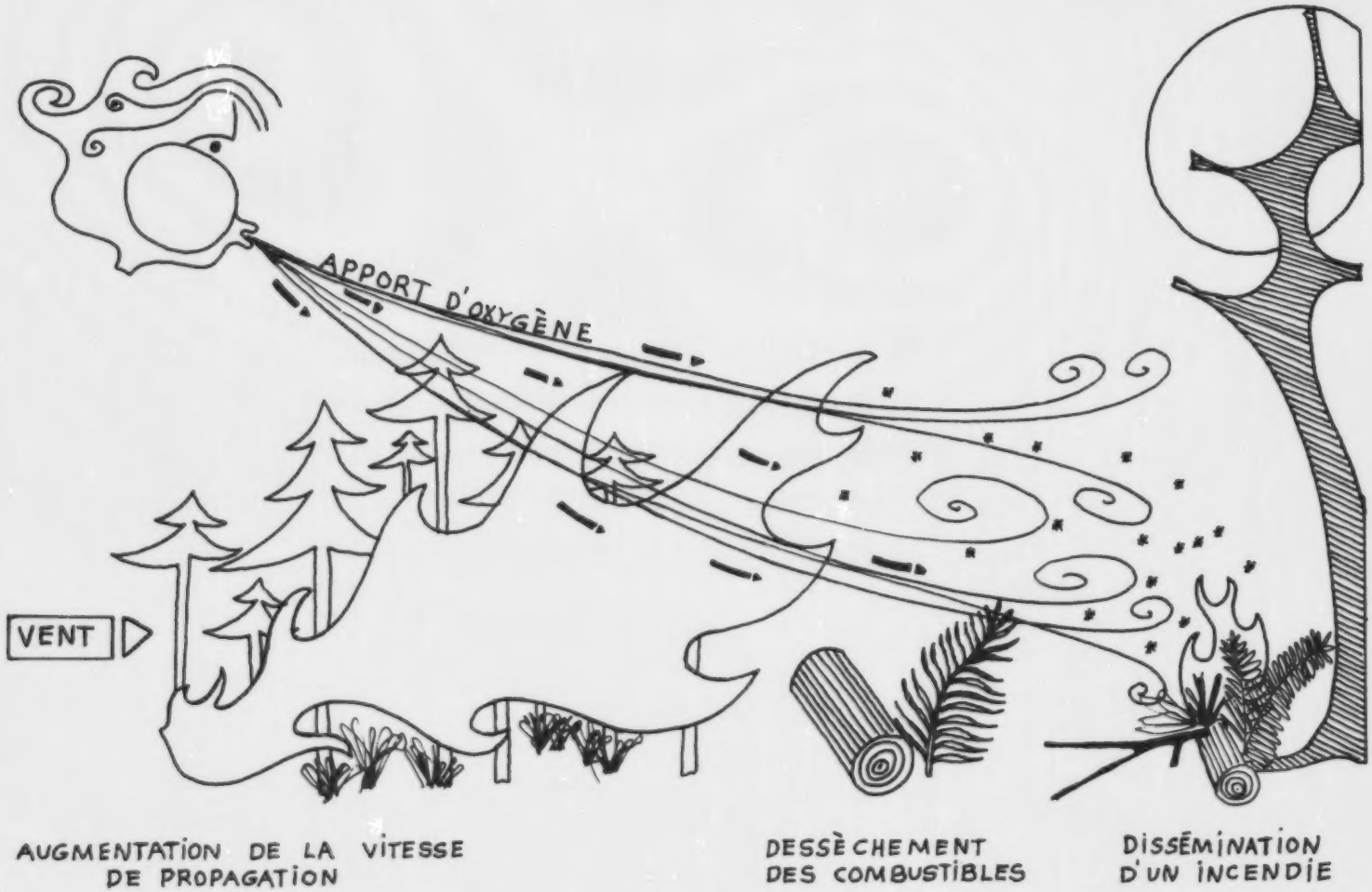


FIGURE 10 EFFETS DU VENT SUR LE COMPORTEMENT DE L'INCENDIE

Le vent souffle parfois avec une *vitesse* tellement grande que la colonne de convection située au-dessus du foyer d'incendie peut être déviée de la verticale et agir sur les combustibles placés en avant du feu, en les desséchant et en les chauffant rapidement. Ce double effet du vent sur un feu en accélère la vitesse de propagation. Signalons que les courants de convection provoqués par le feu lui-même viennent ajouter à la vitesse du vent.

Pour sa part, *l'orientation* du vent influence la direction générale de progression d'un incendie. Mentionnons toutefois qu'il existe des exceptions à cette règle. Par exemple, un foyer d'incendie peut facilement être protégé des vents dominants par une montagne ou par une haute futaie et ainsi, s'orienter différemment.

Le vent peut aussi devenir un auxiliaire précieux pour le combat, en dirigeant le feu vers une barrière naturelle ou artificielle qui en arrêtera la progression. Il peut donc être utile en certaines circonstances de connaître les caractéristiques des vents dominants d'une région.

4) La température

La température de l'air varie tout au long de la journée en fonction de l'intensité de l'insolation. Ainsi, les températures les plus élevées sont normalement enregistrées entre 10 et 17 heures, alors que les plus basses surviennent plutôt durant la nuit.

La température exerce un effet direct sur l'humidité relative de l'atmosphère, l'air chaud pouvant retenir plus d'humidité que l'air froid. Par exemple, une augmentation de 20°F de la température atmosphérique réduit l'humidité relative existante de moitié; conséquemment, une diminution de température de l'ordre de 20°F a pour effet de doubler l'humidité relative.

La formation de brume et de rosée est un phénomène bien connu qui illustre le principe de l'augmentation de l'humidité relative par

suite du refroidissement de l'atmosphère à la fin d'une journée; la rosée se dépose quand le contenu en humidité de l'air atteint le point de saturation à cause du refroidissement de l'atmosphère.

L'influence de la température sur l'état des combustibles est soit indirecte, par l'action exercée sur le contenu en humidité de l'atmosphère, soit directe par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux.

L'action combinée du vent, de l'humidité relative et de la température sur les combustibles forestiers s'exerce par ailleurs, de façon cyclique au cours d'une journée. Durant la nuit, une température plus basse, un niveau d'humidité plus élevé et des vents plus faibles ou nuls contribuent à ralentir la propagation d'un incendie, alors que durant le jour, des conditions inverses de vent, d'humidité et de température accélèrent le dessèchement des combustibles et activent la combustion.

La variation des conditions de température, d'humidité relative et de vent au cours d'une même journée est connue sous l'expression de *cycle journalier de brûlage*. La figure 12 illustre le cycle journalier rencontré alors que les conditions atmosphériques sont normales; il faut cependant préciser que ce schéma n'est pas universel et que des situations parfois très différentes se présentent à l'occasion. Le cycle de brûlage distingue quatre périodes au cours de la journée à partir des critères météorologiques

A - (8 à 13 heures) *Intensité croissante:* cette période est marquée par l'intensification de la combustion et par le développement de conditions atmosphériques favorables à la propagation de l'incendie.

B - (13 à 18 heures) *Intensité maximale:* durant cette période, l'influence des facteurs atmosphériques est à son maximum et la lutte contre l'incendie est difficile à mener.

C - (18 heures à 4 heures) *Intensité décroissante:* au cours de cette période, les combustibles absorbent l'humidité de l'atmosphère et les conditions favorables à la lutte contre l'incendie s'intensifient.

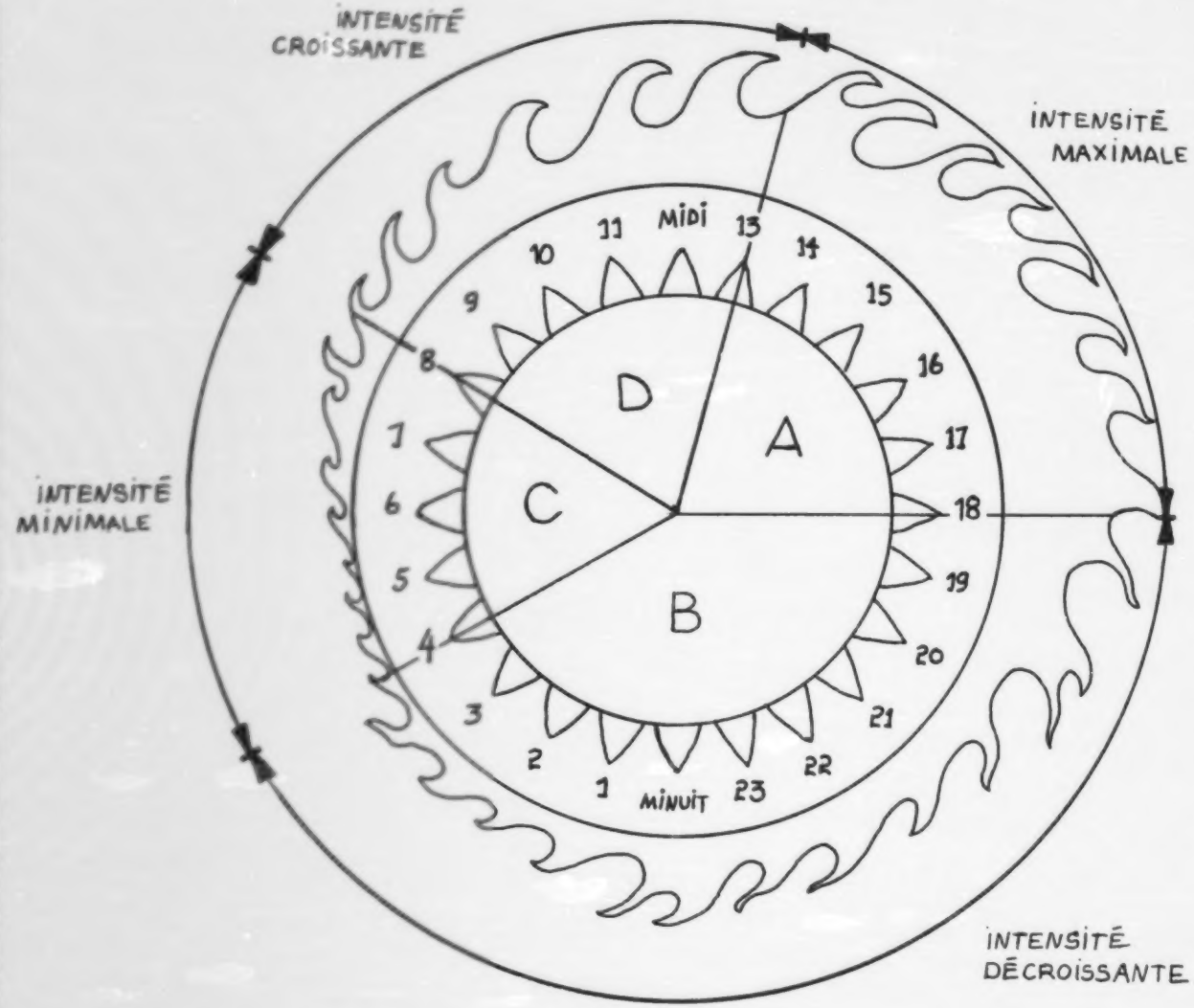


FIGURE 12 CYCLE JOURNALIER DE BRÛLAGE

D - (4 à 8 heures) *Intensité minimale:* durant cette période, le développement de l'incendie est très faible et un travail efficace d'extinction peut être accompli avec moins d'efforts.

La connaissance du cycle de brûlage est essentielle pour planifier convenablement les opérations de lutte contre les incendies forestiers. En effet, les périodes que ce cycle identifie servent de repère pour la formulation des objectifs du combat; ainsi, on dira souvent que le feu doit être maîtrisé avant la période d'intensité maximale du lendemain, soit avant 13 heures.

1.3.3 La topographie

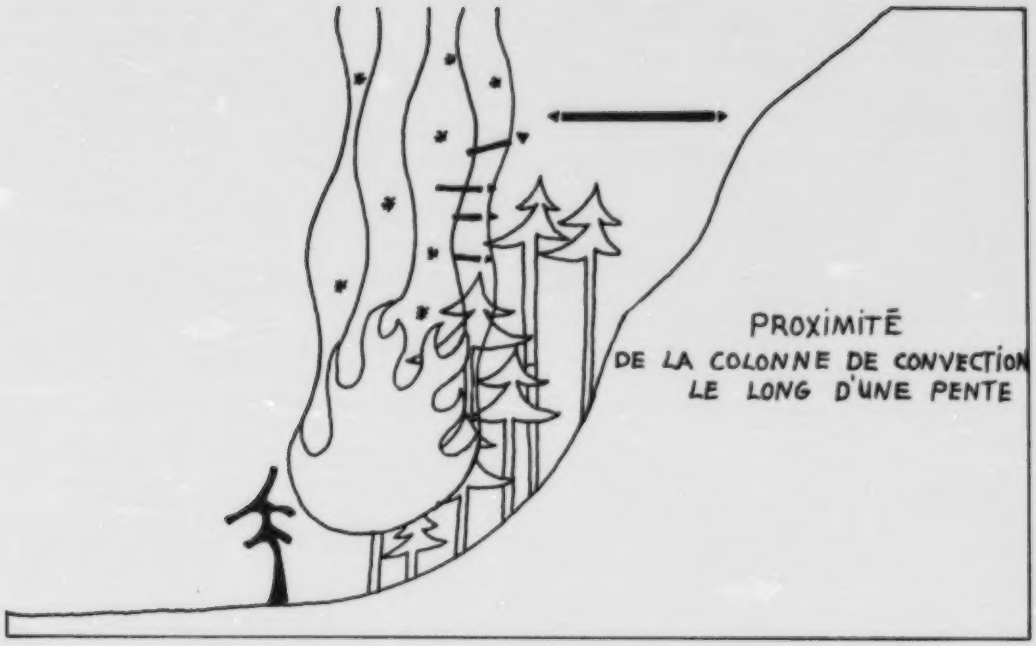
La topographie joue, elle aussi, un rôle de premier plan dans le comportement des feux de forêt, en influençant la morphologie et la vitesse de propagation des incendies. Dans les régions très accidentées, entre autres, il se produit fréquemment des tourbillonnements au sol qui rendent le parcours du vent instable et imprévisible.

En général, l'influence de la topographie varie suivant l'inclinaison des pentes, leur exposition et l'élévation du terrain. Contrairement aux agents atmosphériques, la topographie est un facteur constant dont il est possible de déterminer ou de prévoir l'influence.

1) Inclinaison des pentes

Il est facile de comprendre que plus la pente est abrupte, plus la colonne de convection qui s'élève verticalement d'un foyer est proche des combustibles situés en amont du feu. Ceux-ci se dessèchent alors plus facilement et prennent feu rapidement sous l'action de la chaleur émise par convection et par radiation. Le feu se propage donc plus vite et brûle avec plus de violence vers le haut des pentes abruptes que sur les terrains plats. Enfin, à cause de l'inclinaison des pentes, des matériaux en combustion peuvent glisser ou rouler vers le bas et allumer de nouveaux foyers d'incendie.

Les autres conditions étant égales, les feux brûlent plus



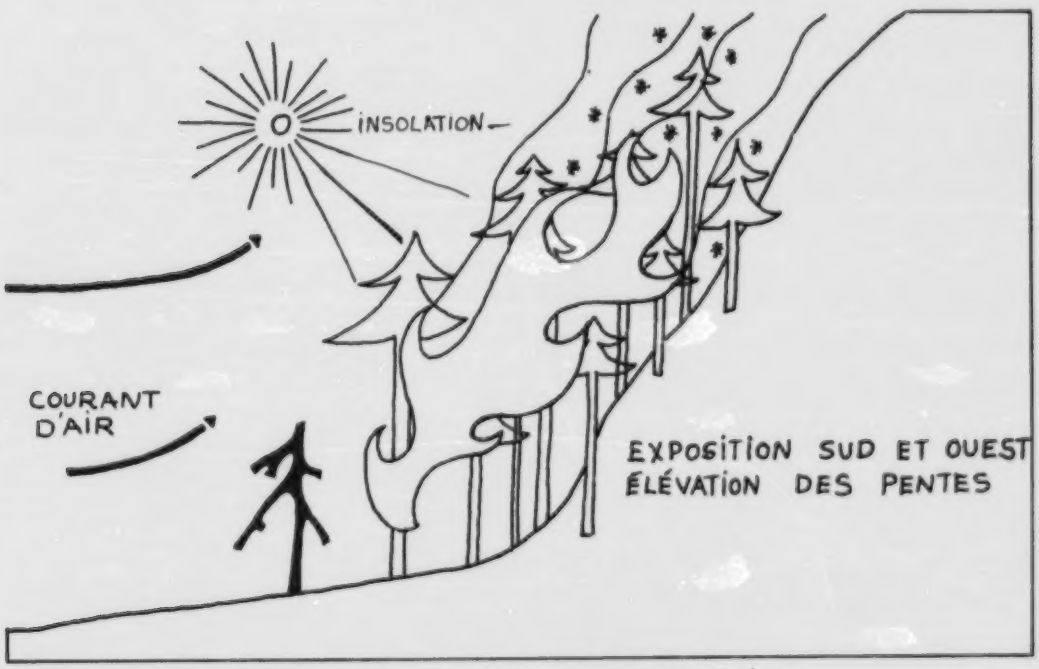


FIGURE 13 EFFETS DE LA TOPOGRAPHIE
SUR LE COMPORTEMENT DE L'INCENDIE

rapidement sur les pentes accentuées. En général, comme la pente s'accroît, la vitesse de propagation s'accroît aussi.

2) Exposition des pentes

Il est un fait que l'exposition des combustibles au soleil et aux vents accélère grandement leur vitesse de dessèchement. On constate que le feu prend naissance et se propage plus vite sur les expositions sud ou ouest qu'il ne le fait sur les terrains exposés au nord ou à l'est.

Notons cependant que l'intensité du rayonnement solaire dépend pour sa part de l'angle horaire du soleil, de sa déclinaison, de la latitude, de l'inclinaison de la pente, du degré de nébulosité et de la densité du couvert des arbres de la forêt. La durée de l'insolation joue aussi un rôle dans la propagation du feu au cours de la journée.

3) Elévation du terrain

L'élévation du terrain influe sur la composition de la végétation et sur la teneur en humidité des combustibles forestiers. Les incendies qui se propagent à des niveaux élevés brûlent des combustibles plus secs et subissent l'action de vents plus intenses.

Le comportement d'un feu selon sa position sur une pente peut être non seulement influencé par le relief et l'altitude, mais aussi par la masse du combustible disponible et les accidents topographiques. Quand un feu se déclare au bas d'une pente, tous les combustibles du versant risquent habituellement d'y passer.

1.3.4 Les saisons

Le comportement des incendies forestiers varie considérablement tout au long de l'année, suivant les caractéristiques de chaque saison. D'une saison à une autre, on peut observer une certaine modification des conditions générales des combustibles ainsi que de l'ensemble des facteurs atmosphériques.

Au début du *printemps*, les petits combustibles se dessèchent très rapidement parce qu'ils ne sont pas encore décomposés; de plus, la végétation et la feuillaison n'étant pas encore tellement développées, ces combustibles subissent l'influence déshydratante du vent et de l'insolation. Les combustibles de profondeur sont cependant encore saturés d'eau à cette époque de l'année. Le printemps constitue donc une période propice au développement des feux de surface.

A mesure que la feuillaison se développe, les petits matériaux de surface se dessèchent de moins en moins rapidement, sauf dans les bûchés récents où l'absence de couverture végétale entraîne l'évaporation accélérée de l'humidité contenue dans les combustibles. Dès le début de *l'été*, les combustibles situés sous la surface du sol perdent à leur tour la plus grande partie de l'humidité qu'ils contiennent. Les feux qui surviennent au cours d'une période de sécheresse estivale dégénèrent donc très fréquemment en feux de profondeur. Dans les forêts de résineux, l'été est aussi la période la plus propice au développement des feux de cime à cause de la violence des feux de surface qui surviennent à cette époque.

Vers la fin de l'été, et ce jusqu'à la chute des feuilles, les nuits deviennent plus fraîches. La période journalière d'insolation diminue et les combustibles forestiers conservent davantage leur humidité; ceci a pour effet de réduire considérablement le taux de progression des incendies. Enfin, l'arrivée de *l'automne* et la chute des feuilles peuvent créer une brève période de danger dans les peuplements feuillus. Cette époque est particulièrement favorable au développement des feux de surface.

1.4 FORMES ET PARTIES D'UN FEU DE FORET

Afin de faciliter l'étude des nombreuses méthodes de combat des incendies forestiers, il importe de décrire les différentes formes de feux et de définir la terminologie utilisée pour désigner chacune de leurs parties.

La forme d'un feu de forêt réfère à la configuration qu'il adopte en se développant. Elle varie en fonction de la direction et de l'intensité du vent, de la topographie et de la nature des combustibles.

Sur un terrain plat, par temps calme et dans un peuplement homogène, le feu prend une forme *circulaire* et progresse radialement, dans toutes les directions. Par contre, dans les mêmes conditions de terrain et de végétation, mais subissant l'action du vent, l'incendie prend plutôt la forme d'une *ellipse allongée* et progresse surtout dans la direction contraire d'où souffle le vent.

Dans les pentes, abstraction faite du vent et de la nature des peuplements, le feu tend à monter parce qu'il se propage plus vite en direction ascendante. En montagne, un incendie de forêt adopte toujours une configuration *irrégulière* à cause de l'action simultanée des trois facteurs énumérés précédemment.

Comme la majorité des feux de forêt n'ont pas une forme circulaire, il est nécessaire de savoir identifier chacune des parties d'un feu. En s'aidant de la figure 15, on pourra plus facilement se familiariser avec la définition des parties identifiées:

Bordure d'un feu: désigne la ligne, normalement irrégulière jusqu'où le feu a brûlé à un moment donné.

Périmètre d'un feu: identifie la longueur de la bordure du feu.

Foyer: masse de matières en complète ignition d'où se propage un incendie.

Fumée: terme souvent utilisé pour désigner tout foyer, situé sur la bordure du feu ou à l'intérieur de celle-ci, qui n'a pas encore été atteint et qui produit de la fumée.

Tête: partie de la bordure d'un incendie où la vitesse de propagation est la plus grande. La tête (ou front) est généralement située du côté opposé à la direction d'où souffle le vent.

Arrière: partie de la bordure d'un incendie qui est opposée au côté où la propagation du feu est la plus rapide. Le feu s'y développe lentement et avec peu d'intensité.

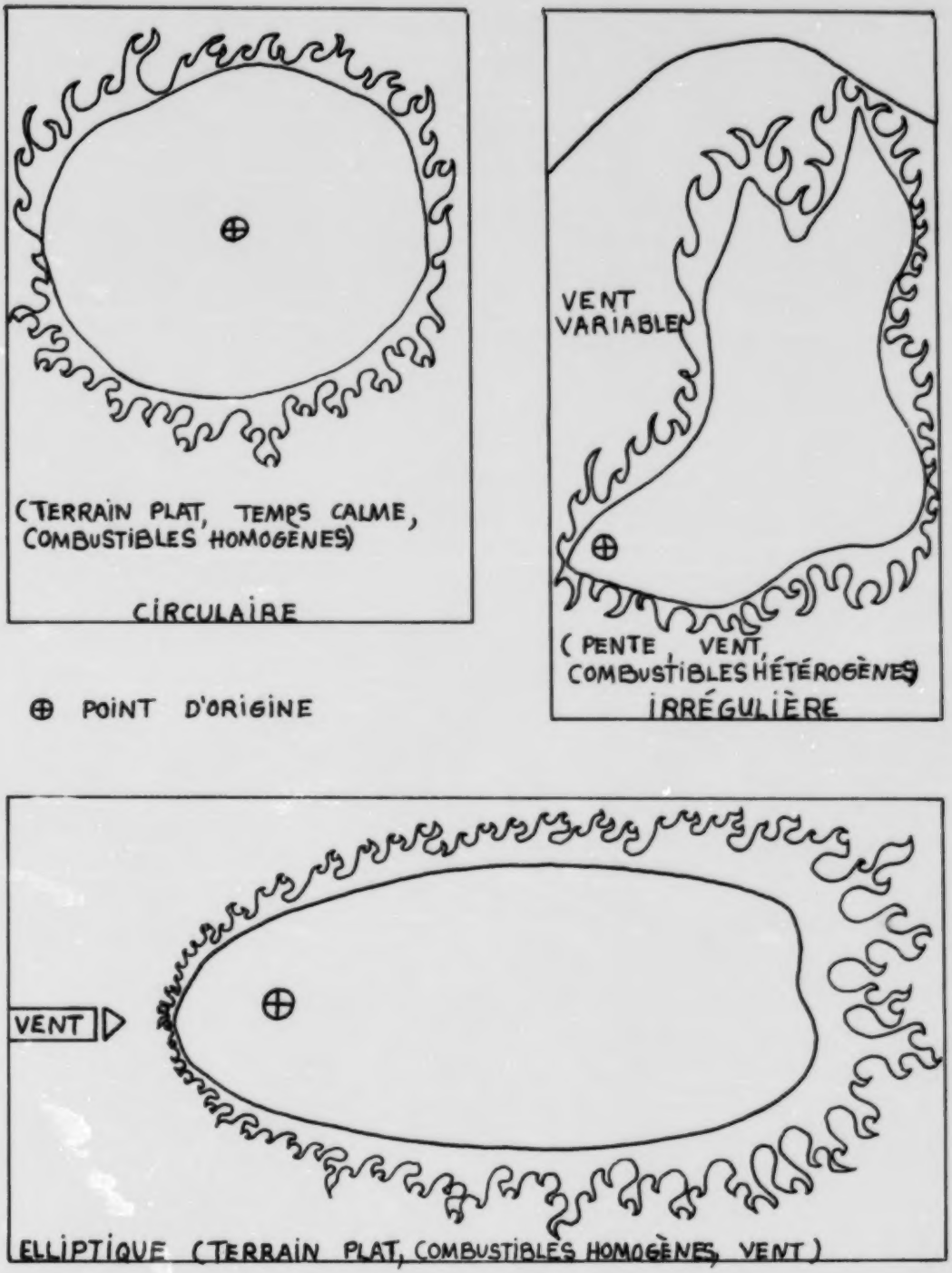


FIGURE 14 FORMES DE FEUX DE FORÊT

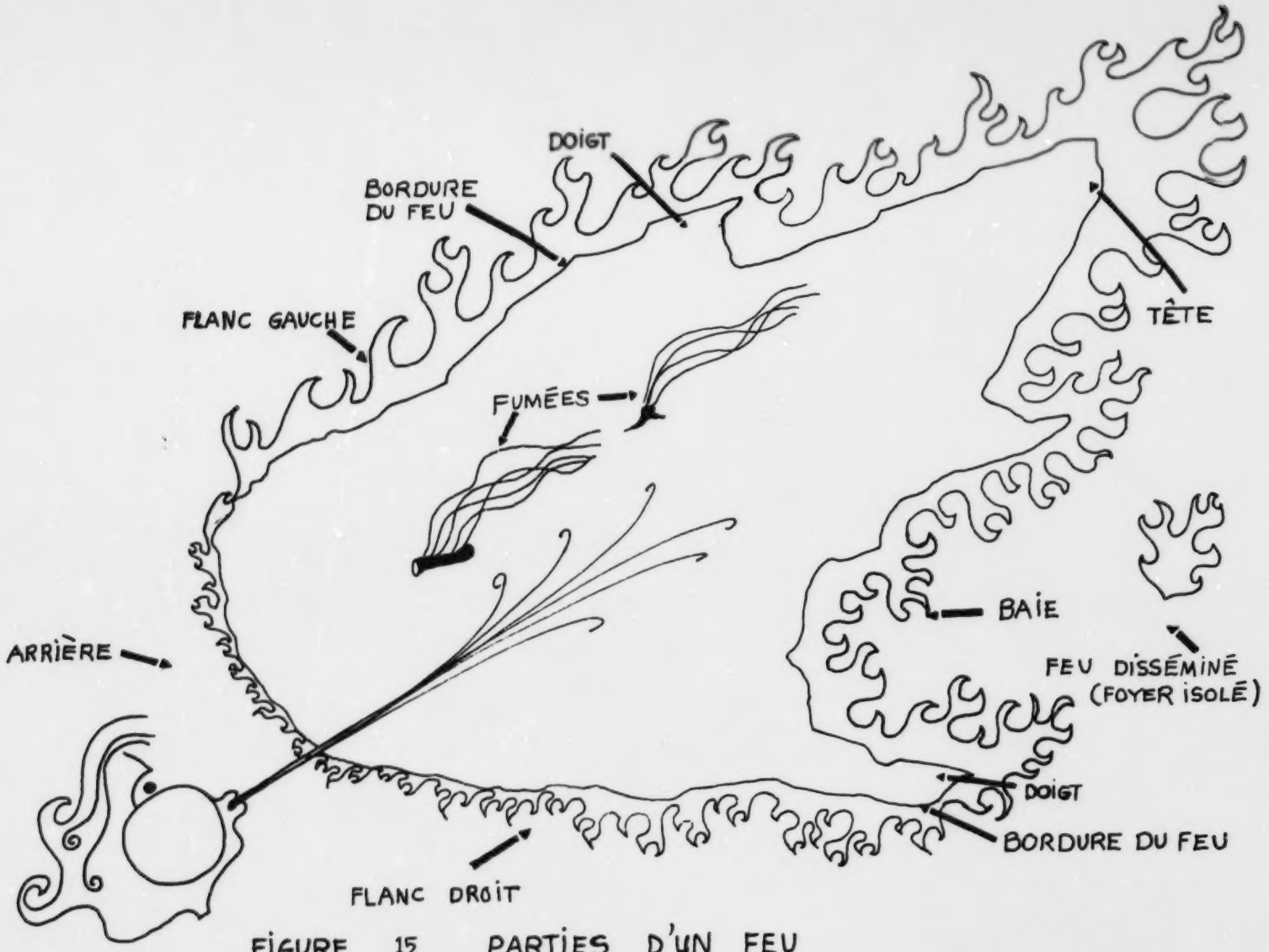


FIGURE 15 PARTIES D'UN FEU

Flancs: parties de la bordure d'un incendie situées entre la tête et l'arrière. On les appelle aussi les côtés de l'incendie. Si, à partir de l'arrière, on regarde vers la tête de l'incendie, on peut distinguer le flanc gauche et le flanc droit.

Doigts: parties de la bordure de l'incendie qui se développent en langues de feu longues et étroites, s'avançant en saillie du corps principal.

Baies: parties de la bordure d'un incendie qui se développent plus lentement à cause de la présence de combustibles ou de pentes défavorables.

Feu disséminé: feu allumé à l'extérieur de la bordure du foyer principal d'un incendie par des étincelles ou tisons transportés par le vent ou les courants d'air.

1.5 CATEGORIES DE FEUX DE FORET

Le comportement des incendies de forêt est conditionné par un certain nombre de facteurs dont les différentes combinaisons ont pour effet de définir presqu'autant de catégories de feux de forêt. Toutefois, on se limite à identifier trois catégories d'incendies forestiers, à savoir: les feux de surface, les feux de cimes et les feux de profondeur.

Ces divers types de feux peuvent se combiner et apparaître simultanément. Les feux de surface sont les plus courants et presque tous les incendies forestiers débutent ainsi. Un feu de surface peut atteindre la couronne des arbres et créer ainsi un feu de cimes. Un feu de cimes peut aussi descendre au sol et devenir un feu de surface. Enfin, un jour de grand vent, chaud et sec, même un feu de profondeur peut se transformer en un feu de surface ou de cimes.

Comme il faut bien connaître les caractéristiques particulières de chaque catégorie de feu pour être en mesure de les identifier correctement, nous en ferons une brève description.

1.5.1 Feux de surface

Les feux de surface brûlent principalement la litière de la forêt, la couverture de feuilles mortes, la végétation herbacée, les arbustes et broussailles ainsi que les débris éparpillés sur le parterre de la forêt.

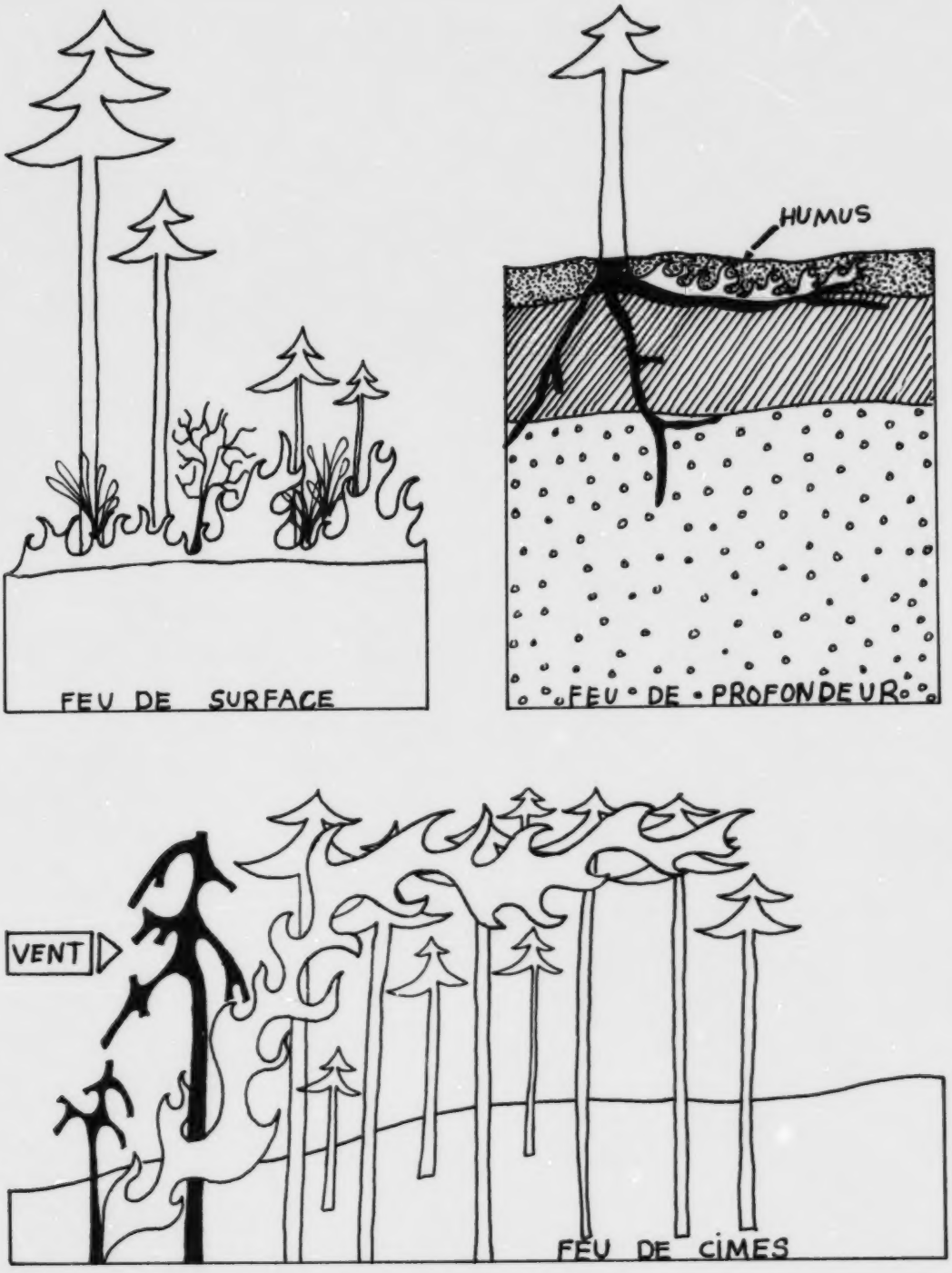


FIGURE 16 CATÉGORIES DE FEUX DE FORÊT

La majorité des feux de forêt causés par l'homme se déclarent à la surface du sol, parce que la couche de combustibles qui la compose est généralement très inflammable. Un feu de surface peut aussi enflammer la cime des arbres en montant de branche en branche, mais il se propage plutôt dans les matières combustibles de la couverture morte, que d'une cime à l'autre.

Les feux de surface se propagent en général par radiation par suite d'un dégagement considérable de chaleur et de flammes. Les feux d'herbe et de déchets de coupe constituent deux exemples typiques de cette catégorie de feux.

1.5.2 Feux de cimes

Les feux de cimes sont localisés dans le faîte des arbres où ils brûlent les feuilles, les aiguilles et certaines branches. Ils se développent d'une cime à l'autre ou encore, à partir de la surface du parterre forestier si l'agencement des combustibles le permet.

Un feu de surface dégénère normalement en feu de cimes quand la chaleur développée par le foyer est suffisamment intense et qu'elle vient en contact avec la cime des arbres. Nous avons déjà signalé que la continuité dans la disposition verticale des combustibles, le vent et les pentes favorisant le développement des feux de cimes. Ceux-ci comptent parmi les feux de forêt qui progressent le plus rapidement.

On reconnaît deux types particuliers de feux de cimes, soit les feux de cimes dépendants et les feux de cimes roulants. Ils sont dépendants lorsque le feu ne se maintient dans la cime des arbres qu'en raison de la chaleur dégagée par convection du feu de surface. Par ailleurs, ils sont roulants lorsque, dans une forêt dense, le feu se développe dans la cime des arbres et, sous l'action d'un fort vent, se propage indépendamment du feu de surface.

1.5.3 Feux de profondeur

Les feux de profondeur brûlent sous la surface du sol et se développent à la suite d'un feu de surface. La couche de combustibles qui alimente cette catégorie d'incendie est formée de matières organiques peu décomposées, soit de la tourbe et de l'humus, lesquelles ne laissent pratiquement pas circuler l'air. C'est pourquoi elle ne se dessèche que très lentement; habituellement, les feux de profondeur ne peuvent donc se développer qu'en période de sécheresse. Règle générale, on ne les rencontre presque jamais avant le développement de la végétation. Ils se propagent lentement en raison du manque d'oxygène et de la transmission de la chaleur par conduction.

Les feux de profondeur peuvent couver longtemps sous la surface du sol, à l'abri des précipitations. Leur bordure est très difficile à localiser, même s'ils dégagent beaucoup de chaleur, car il est fréquent que la combustion subsiste sans qu'il soit possible d'observer le moindre dégagement de flammes ou de fumées.

2

principes et méthodes de lutte contre les feux de forêt

Les opérations de lutte contre les feux de forêt ne peuvent être conduites au hasard, selon l'inspiration du moment. L'étude des notions de pyrologie forestière, effectuée dans le chapitre précédent, a permis de dégager les principes de base qui régissent le ralentissement ou l'arrêt du processus de combustion. Il devient maintenant possible, dans un deuxième temps, d'identifier les moyens les plus susceptibles de mettre en échec un incendie de forêt. Mais avant de les décrire, il importe de considérer quelques unes de leurs modalités d'application dans le temps et dans l'espace.

2.1 PRINCIPES ET MOYENS DE COMBAT DES FEUX

A partir des principes de base de la combustion, il est possible d'identifier les principales techniques utilisées pour combattre les incendies forestiers. Nous verrons que les principes d'extinction du feu sont universels; par contre, les moyens définis pour lutter contre les feux de forêt ont des caractéristiques propres à ce genre de conflagration.

2.1.1 Principes de lutte contre les feux de forêt

Dans le chapitre premier, nous avons étudié le phénomène de la combustion en présentant ses trois composantes sous la forme d'un triangle. On se souviendra qu'en l'absence d'un seul des trois éléments formant les côtés de ce triangle, soit les combustibles, l'oxygène et la chaleur, il est impossible que la réaction se développe. Comme la combustion constitue une réaction en chaîne qui se maintient grâce à ces trois éléments indispensables, le simple fait d'enlever ou d'affaiblir un des côtés du triangle interrompt ou amortit le processus en cours.

Le but des opérations de lutte contre le feu vise essentiellement à briser ou à affaiblir, directement ou indirectement, le ou les côtés les plus vulnérables de ce triangle afin de réduire la vitesse de la combustion et l'intensité de l'incendie. A chacun des trois éléments nécessaires à la combustion correspond un principe et des moyens spécifiques susceptibles de contrecarrer le rôle que jouent ces facteurs dans la réaction.

Pour comprendre comment on peut réussir à influencer le processus de la combustion, il est nécessaire d'analyser chacun de ses trois éléments, d'énoncer les principes de lutte permettant d'influencer chacun d'eux, d'identifier les techniques requises pour appliquer ces principes et enfin, de définir les opérations à réaliser pour mettre en oeuvre ces techniques. Le tableau 1 et les figures suivants regroupent l'essentiel de la théorie et de la pratique du combat des feux; ils illustrent de façon schématique le fondement des méthodes de combat des feux de forêt.

2.1.2 Moyens pour combattre les incendies de forêt

La lutte contre les feux de forêt est basée sur trois principes fondamentaux qui définissent chacun un type d'intervention particulier. Nous pouvons voir dans le tableau 1 que l'élimination de l'air, la réduction de la chaleur et l'action sur les combustibles se traduisent par les techniques d'étouffement, de refroidissement et de neutralisation.

ÉLÉMENTS DE LA COMBUSTION	PRINCIPES DE LUTTE CONTRE LE FEU	MOYENS DE COMBAT	OPÉRATIONS
OXYGÈNE	Elimination de l'air	Etouffement	Battre le feu Appliquer de la terre
CHALEUR	Réduction de la chaleur	Refroidissement	Arroser Appliquer de la terre humide
COMBUSTIBLES	Action sur les combustibles	Neutralisation	Séparer les matériaux Augmenter la résistance au feu par l'application d'eau

TABLEAU SYNTHÈSE : 1 LA LUTTE CONTRE LE FEU

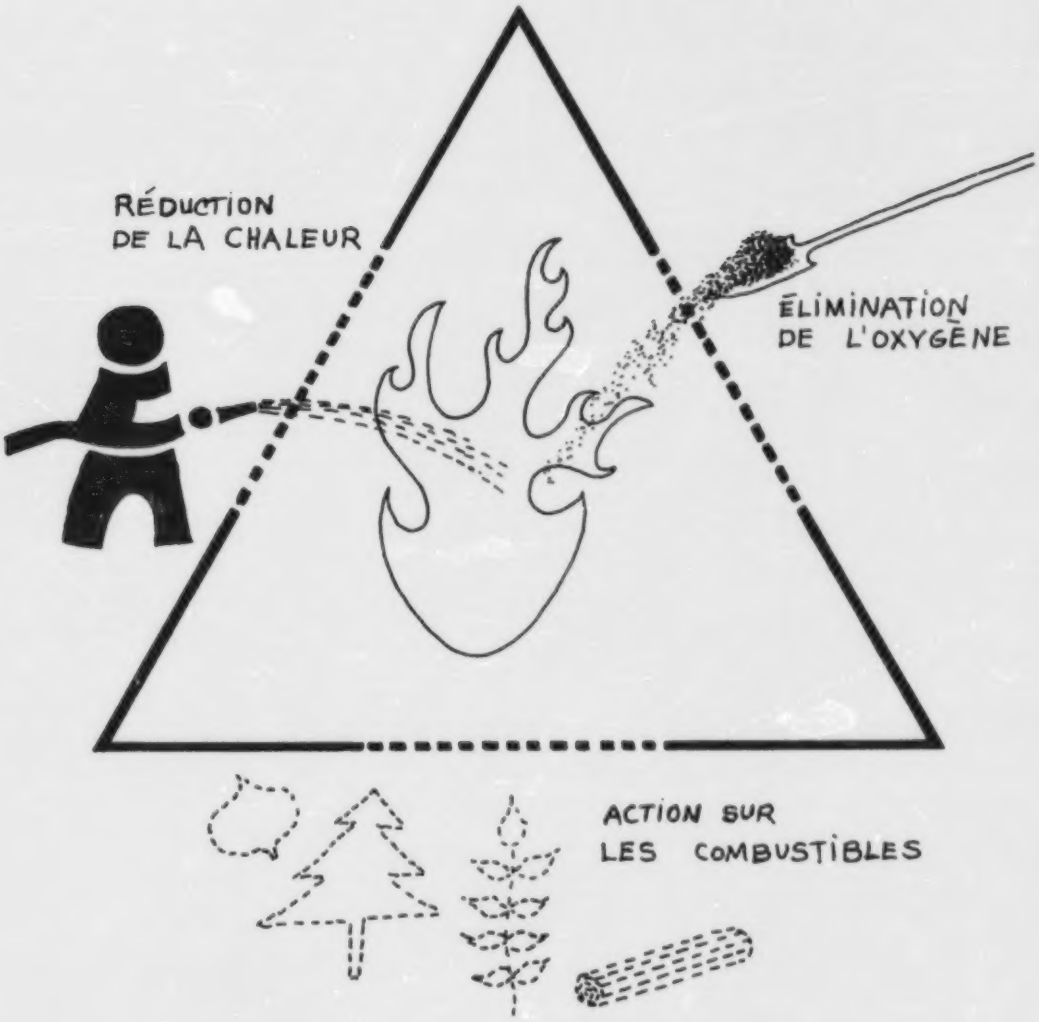


FIGURE 17 PRINCIPES DE LUTTE CONTRE LE FEU

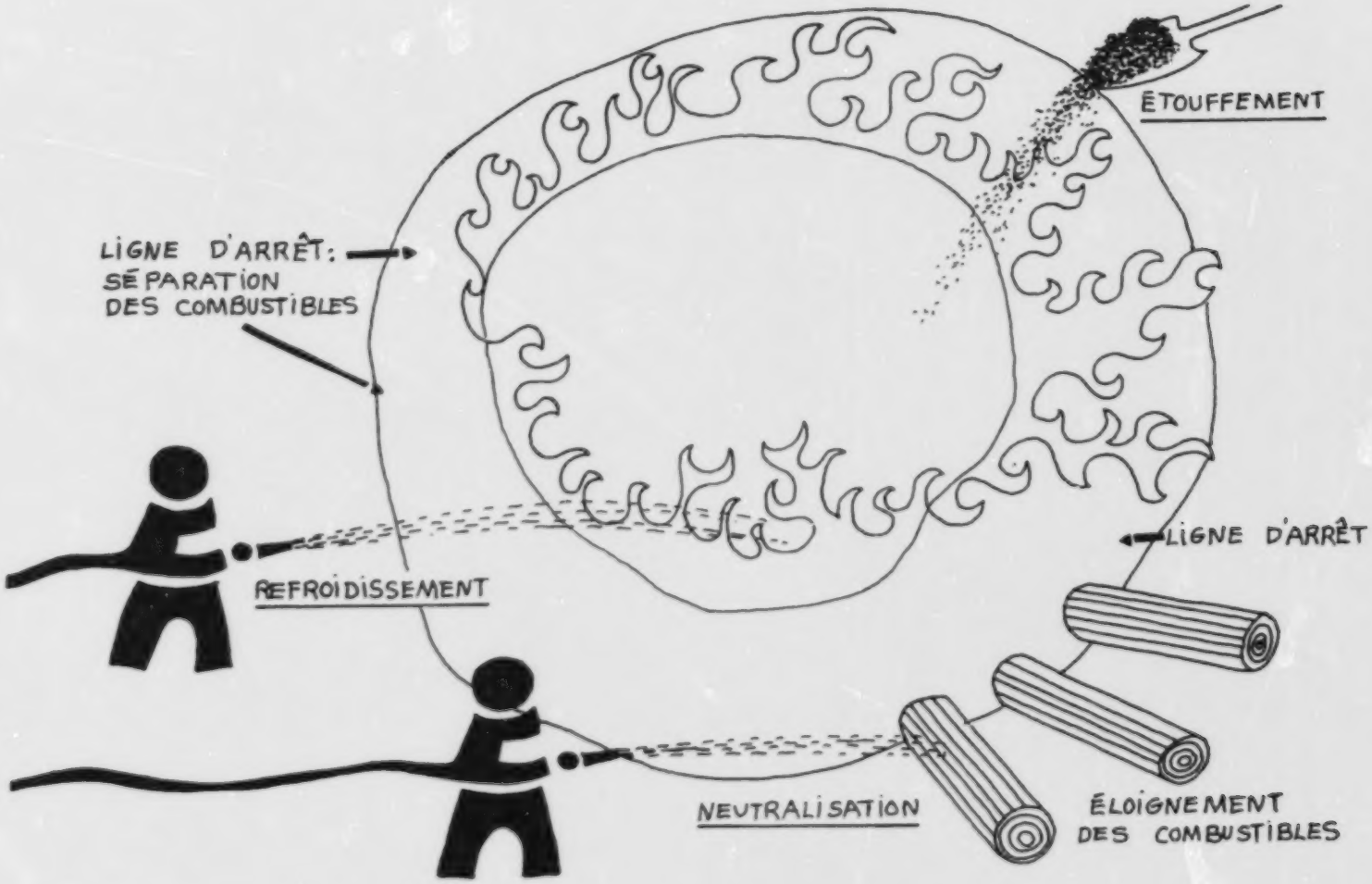


FIGURE 18 APPLICATION DES PRINCIPES DE LUTTE

1) Etouffement

Cette technique a pour objectif d'éteindre un incendie en privant le feu de l'oxygène nécessaire à la combustion. Cet objectif peut être atteint par l'application de terre minérale, de produits chimiques ou encore, par battage. L'étouffement du brasier est souvent recherché au cours des premiers instants de la lutte en vue de retarder la progression du feu sur les points stratégiques. La technique d'étouffement est très difficile à utiliser sur une grande échelle à cause du volume élevé de travail qu'elle nécessite. De plus, l'application de terre risque souvent de remplacer une combustion vive par une combustion lente au lieu d'éteindre le brasier.

2) Refroidissement

La technique du refroidissement agit sur la combustion en réduisant la chaleur au-dessous du point d'inflammabilité. Ceci peut être réalisé par application d'eau ou de terre minérale humide sur les matériaux en ignition.

L'eau refroidit le feu en absorbant une partie de la chaleur nécessaire au maintien de la combustion. La quantité d'énergie calorifique qui peut être ainsi absorbée par l'eau dépend, toutefois, de l'intensité de la chaleur dégagée par l'incendie, ainsi que du volume et de l'état de dispersion de l'eau déversée. A cause de leur complexité, les techniques de combat basées sur l'utilisation d'eau nécessiteront un examen particulier dans un autre chapitre.

La technique du refroidissement est l'une des plus utilisées dans la lutte contre les feux de forêt. Elle peut être employée à n'importe quelle étape du combat et constitue généralement le premier objectif de l'arrosage du feu.

3) Neutralisation des combustibles

La technique de neutralisation des combustibles vise à priver le feu des matériaux nécessaires à sa propagation. Cet objectif peut

être atteint de deux façons: d'une part, en réalisant *une séparation complète* entre les combustibles enflammés et les combustibles intacts (ceci implique généralement la construction d'une ligne d'arrêt[1]) et, d'autre part, en augmentant suffisamment *la résistance au feu* des combustibles pour qu'il leur soit impossible de s'enflammer.

L'accroissement de la résistance au feu des combustibles s'explique par le fait que l'eau pénètre les matières végétales et les rend inaptes à la combustion en augmentant leur teneur en humidité. Cependant, il faut bien comprendre qu'il s'agit là d'une mesure temporaire pour priver le feu de certains combustibles; la plupart du temps, la chaleur dégagée par la combustion réussit à évaporer l'eau répandue et à annuler l'effet du traitement.

Pour combattre certains types d'incendie, comme les feux de profondeur, on a souvent recours simultanément à deux modes d'intervention. L'application d'eau en surface permet d'abord de réduire l'intensité de la chaleur en bordure du feu (figure 19). Ensuite, la pénétration d'eau en profondeur contribue à augmenter la résistance des combustibles situés à proximité de l'incendie (figure 20). Si la couche de combustibles de profondeur est plutôt mince, l'usage d'une motopompe permettra à la fois d'imprégner les combustibles et de les éparpiller en partie, réalisant de cette façon une certaine séparation des combustibles.

La technique de neutralisation des combustibles est particulièrement utilisée au cours des étapes conduisant à la maîtrise complète de l'incendie.

2.2 ETAPES DE DEVELOPPEMENT ET DE COMBAT D'UN INCENDIE

La lutte contre un feu de forêt ne peut pas être entreprise sans évaluer au préalable les caractéristiques de l'incendie et les conditions de son développement. Dans le chapitre 4, nous examinerons en détail les opérations d'analyse de l'incendie et de confection d'un plan

---

1 *La technique de séparation des combustibles par la construction d'une ligne d'arrêt sera décrite dans le chapitre 5.*

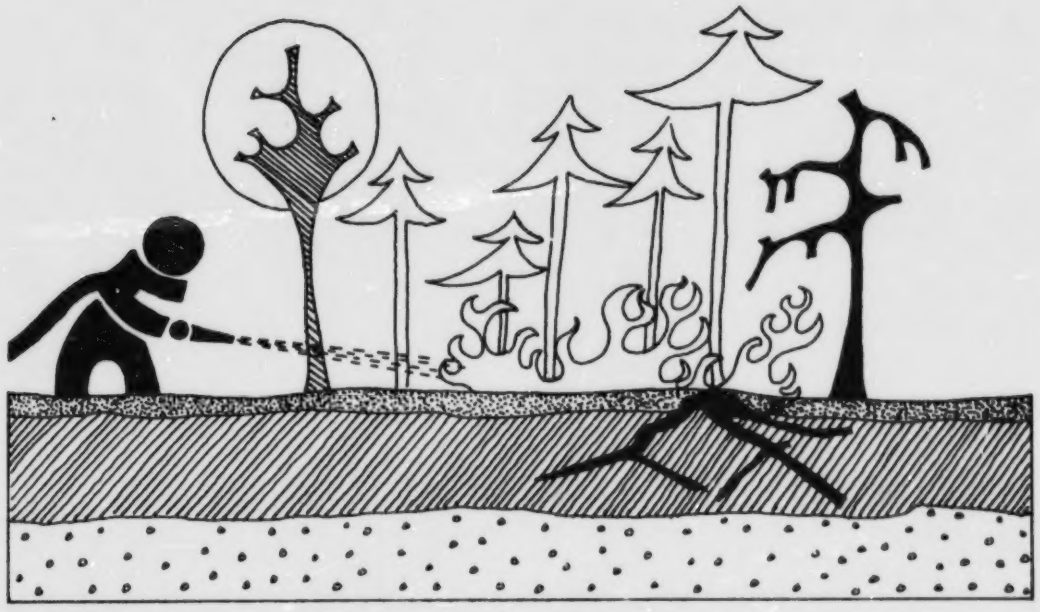


FIGURE 19 APPLICATION D'EAU EN SURFACE (REFROIDISSEMENT)

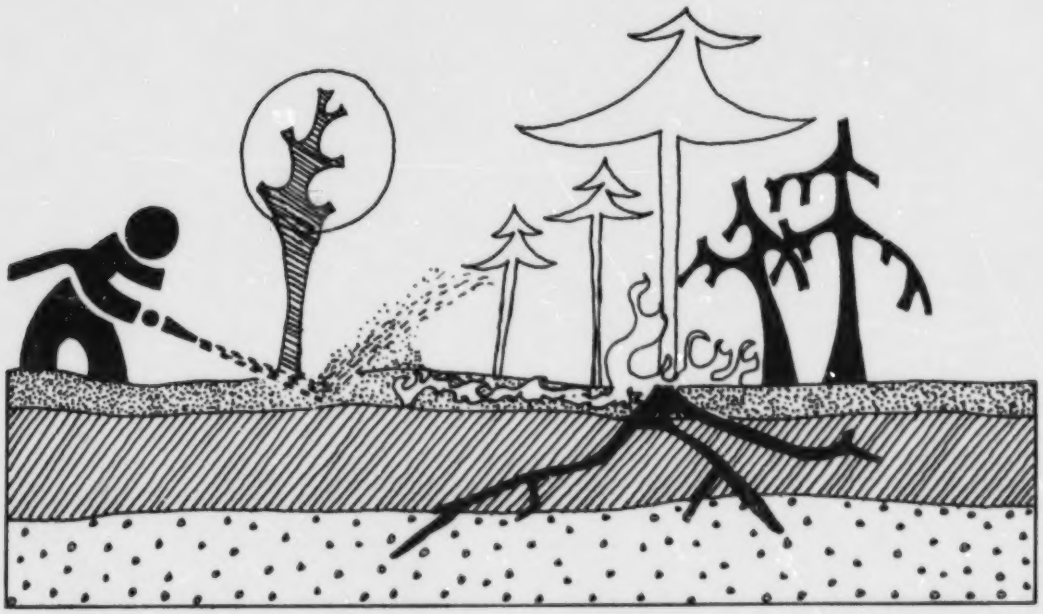


FIGURE 20 APPLICATION D'EAU EN PROFONDEUR (NEUTRALISATION)

d'attaque, mais pour l'instant, il convient d'étudier les principes qui influencent le choix du ou des points stratégiques où seront appliquées en priorité les techniques de combat le long du périmètre de l'incendie.

Après avoir exposé les phases de développement d'un incendie de forêt, nous examinerons comment se présentent les étapes de la lutte dans le temps et dans l'espace.

2.2.1 Phases de développement d'un incendie de forêt

Pour les fins du combat des incendies, quatre phases de développement ont été identifiées à partir des caractéristiques que peut présenter un feu de forêt. Ainsi, un feu est habituellement classifié suivant l'un ou l'autre des qualificatifs suivants: hors contrôle, contenu, maîtrisé et éteint.

1) Le feu est hors contrôle

Un feu de forêt est classifié hors contrôle lorsqu'il brûle librement. A ce moment, la bordure du feu progresse sous l'action combinée des facteurs atmosphériques et topographiques. On peut classifier un feu " hors contrôle " même si des actions ont été réalisées pour le combattre. Il en demeure ainsi jusqu'à ce que l'incendie soit contenu dans son ensemble.

2) Le feu est contenu

Cette phase de développement identifie un incendie dont la progression est arrêtée temporairement au moyen de lignes de suppression établies sur l'ensemble de son périmètre.

3) Le feu est maîtrisé

Un incendie de forêt est dit " maîtrisé " lorsque sa propagation est arrêtée de façon définitive au moyen de lignes de suppression bien établies. Le feu peut quand même persister à l'intérieur d'un

périmètre fixe, mais il n'est pas susceptible de se développer librement en raison des mesures adoptées, ou des conditions environnantes; il faut savoir, en effet, que la maîtrise d'un feu peut survenir en l'absence de toute intervention humaine.

4) Le feu est éteint

Cette phase du développement d'un incendie est effectivement la dernière puisqu'elle identifie une situation où nul signe de combustion (dégagement de lumière, de chaleur ou de fumée) ne peut être perçu.

2.2.2 Phases du combat d'un incendie

Pour fin d'organisation du combat des feux, on subdivise les travaux de lutte en trois étapes distinctes et consécutives, basées sur les phases de développement d'un incendie et caractérisées par des objectifs et des opérations bien définis. Ces trois étapes ou phases sont l'attaque initiale, la maîtrise et l'extinction.

La répartition des travaux de combat des feux selon certaines étapes est essentielle, car c'est souvent le seul moyen pour faire progresser l'attaque plus rapidement que le feu lui-même. Le tableau 2 illustre comment les trois étapes du combat se situent par rapport aux quatres phases de développement d'un incendie. Soulignons cependant que la procédure indiquée ci-dessous ne s'applique pas toujours dans un ordre chronologique, car c'est évidemment le stade de développement atteint par l'incendie qui indique l'intervention à réaliser.

1) L'attaque initiale

L'attaque initiale a pour objectif de *contenir l'incendie*, c'est-à-dire de le maintenir dans certaines limites en l'empêchant de s'étendre. Cette phase regroupe les actions exécutées à partir du moment où les effectifs arrivent sur les lieux d'un incendie jusqu'à ce que soit amorcé le travail effectif de maîtrise du feu.

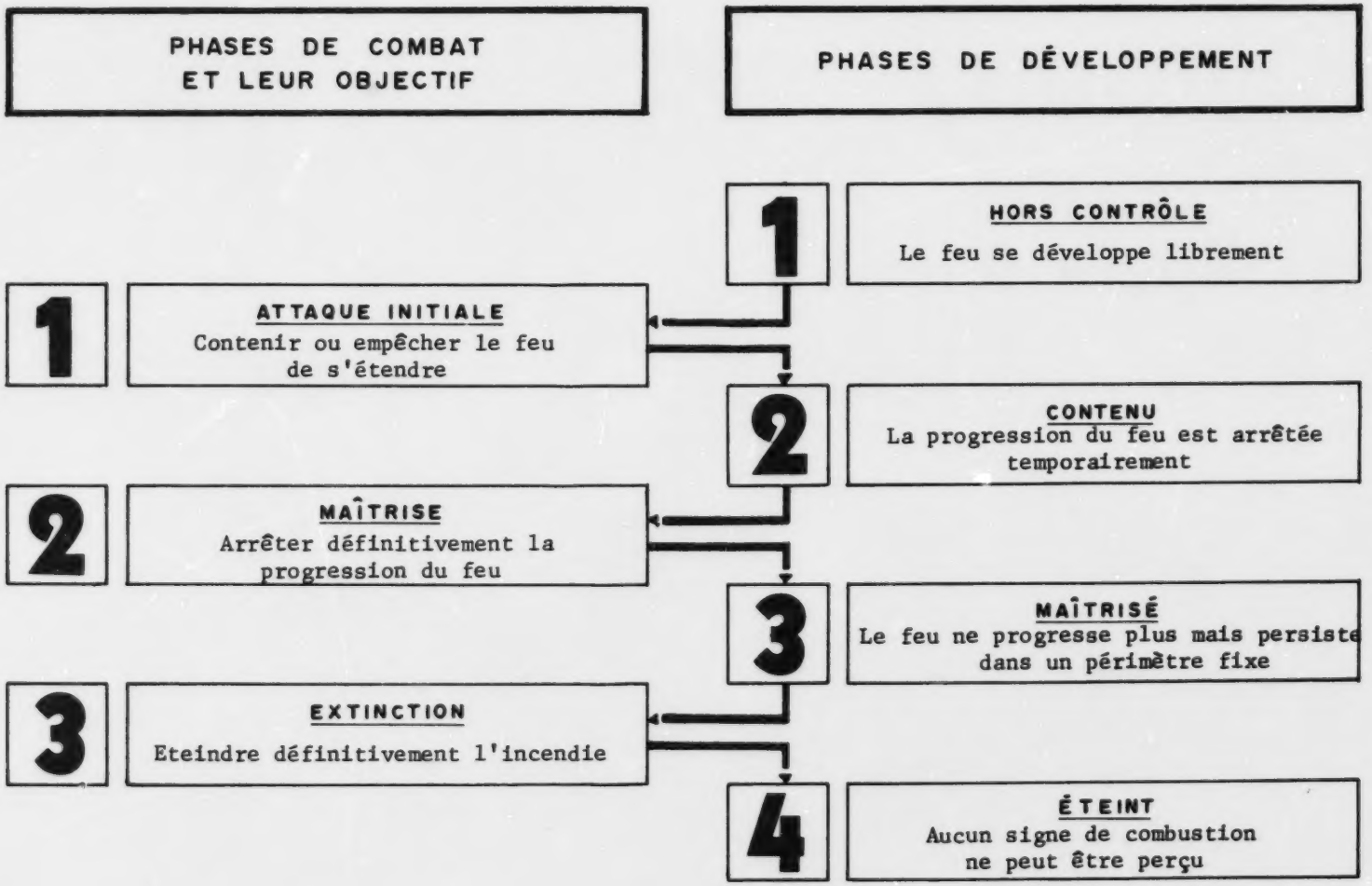


TABLEAU SYNTHÈSE : 2 LES PHASES DE DÉVELOPPEMENT ET DE COMBAT D'UN INCENDIE FORESTIER

L'utilisation d'avions-citernes, de motopompes et d'outils manuels est particulièrement indiquée au cours de cette phase de la lutte. Les opérations de combat tendent surtout à étouffer les flammes et à neutraliser les combustibles situés juste à l'extérieur du périmètre du feu.

2) La maîtrise de l'incendie

La maîtrise de l'incendie a pour objectif *d'arrêter définitivement la propagation du feu*. Ceci peut être réalisé en encerclant l'incendie de forêt par des lignes d'arrêt ou de suppression établies tout autour. Même si l'établissement des lignes de suppression est traité plus spécialement dans le chapitre 5, il importe dès maintenant d'en donner la définition. La *ligne de suppression* identifie toute barrière naturelle ou artificielle à la propagation d'un incendie, ainsi que les travaux exécutés à la bordure d'un incendie dans le but de le maîtriser. La *ligne d'arrêt* représente, par contre, la partie de la ligne de suppression qui a été débroussaillée sur une faible largeur en vue de maîtriser un incendie.

La construction des lignes d'arrêt peut se faire à l'aide d'outils manuels, de machinerie lourde, de motopompes ou d'avions-citernes, dépendant de la nature du sol et de la disponibilité de l'eau et de l'équipement. A cette phase, l'eau sert surtout à augmenter la résistance au feu des combustibles de surface et de profondeur.

3) L'extinction

Cette troisième et dernière phase du combat a pour objectif de faire cesser complètement l'incendie. Elle regroupe les opérations de patrouille et d'extinction finale réalisées aussitôt le feu maîtrisé. Cette phase ne se termine que lorsque l'incendie est considéré comme éteint et que les effectifs de combat peuvent être retirés. L'extinction s'effectue le plus souvent avec des outils manuels, mais s'ils sont disponibles, des motopompes et de la machinerie lourde peuvent aussi être utilisées avantageusement.

Contrairement à d'autres activités, le volume de travail requis pour combattre un feu augmente d'heure en heure, jusqu'à ce que l'incendie soit éteint. Par conséquent, il faut éviter d'accumuler des pertes de temps car le volume des tâches à accomplir risque toujours de s'accroître.

2.2.3 Localisation des points de combat stratégiques

Il s'avère très pratique de subdiviser en régions les zones menacées par le feu, ceci afin de mieux identifier les points de combat stratégiques. A partir de certains critères, on distingue habituellement deux types de régions, soit celles de progression limitée et celles de progression illimitée.

1) Les régions de progression limitée

Les régions de progression limitée désignent les parties extérieures du périmètre où le feu, à cause de la présence d'obstacles naturels ou artificiels (barrières), de la nature des combustibles et des conditions topographiques, a peu ou pas de chances de prendre de l'ampleur. Ces régions représentent les endroits qui peuvent faire l'objet d'une surveillance moins étroite, particulièrement lors de l'attaque initiale. D'un feu à l'autre, la désignation des zones de progression est donc susceptible de varier beaucoup, dépendant de l'absence ou de la présence de ces facteurs.

L'exemple de la figure 21 montre que le territoire situé à l'ouest d'un feu de 10 acres est qualifié de région à progression illimitée, alors que l'espace compris entre le même lac et un feu de 200 acres s'avère plutôt une région à progression limitée à cause de la proximité du lac Long.

2) Les régions de progression illimitée

Ce sont les parties du périmètre de l'incendie où le feu a la plus grande possibilité de s'étendre au cours des heures qui suivent.

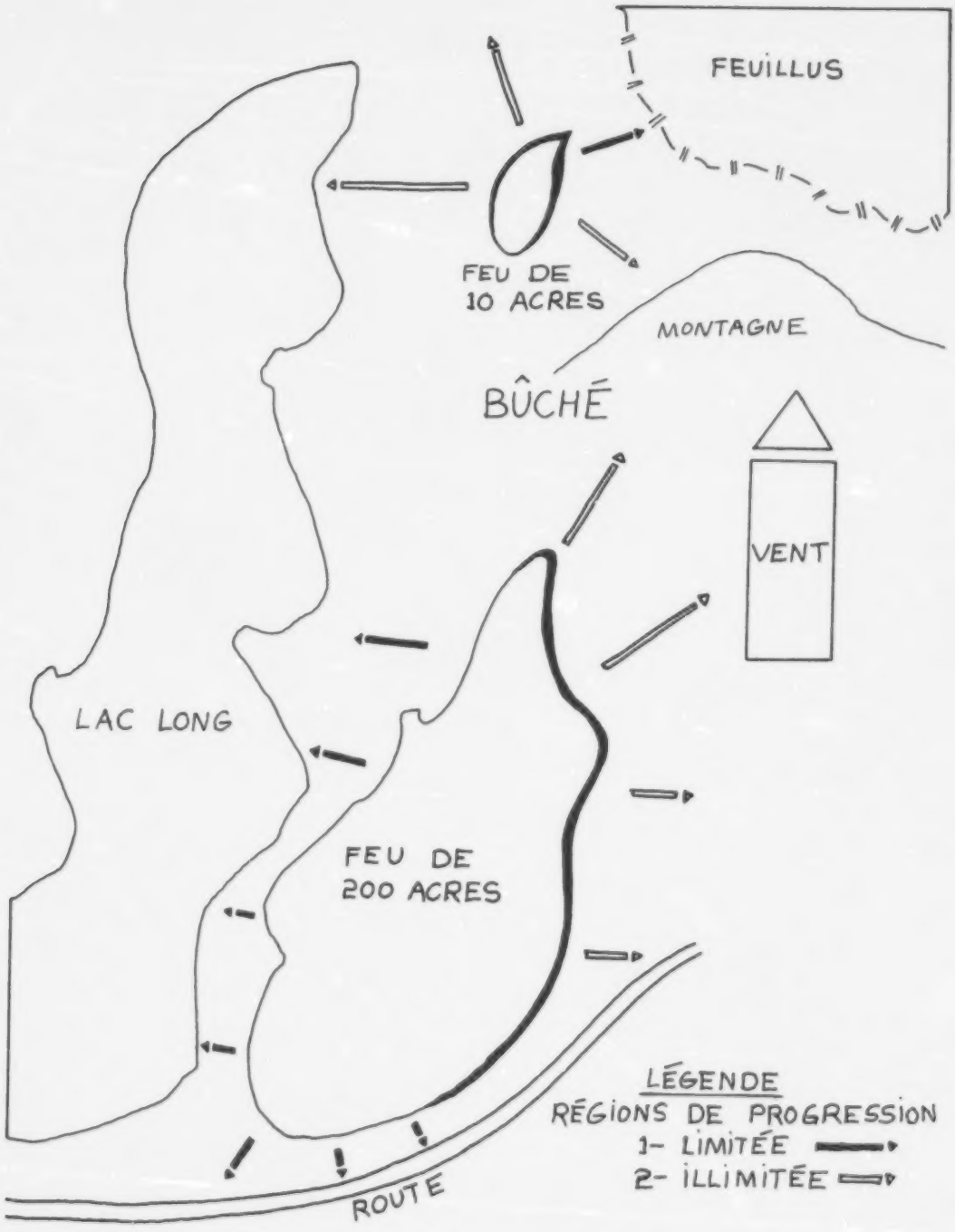


FIGURE 21 IDENTIFICATION DES POINTS DE COMBAT STRATÉGIQUES.

Ces régions sont identifiées en fonction de la localisation des barrières naturelles et artificielles, de la susceptibilité des combustibles au feu et des conditions de topographie. Les régions de progression illimitée représentent les points stratégiques où doit principalement porter l'attaque initiale contre l'incendie et surtout, où doit s'exercer la surveillance au cours des phases de maîtrise et d'extinction.

A moins que n'existent des conditions extrêmes ou que des biens et des sites de haute valeur ne requièrent une protection particulière, l'organisation de la lutte devra s'effectuer en concentrant d'abord les effectifs sur les points stratégiques. Ensuite, elle pourra se poursuivre en fonction de l'importance relative des régions de progression limitée.

2.3 METHODES POUR CONTENIR ET MAITRISER LES FEUX DE FORET

Les opérations de combat des feux de forêt sont généralement concentrées à l'intérieur d'une zone délimitée par des barrières naturelles, des coupe-feu permanents et des lignes d'arrêt ou encore, par une combinaison de ces éléments. Dans les régions à progression limitée, le volume de travail requis est plutôt faible; cependant, dans les régions à progression illimitée, le combat du feu exige des efforts considérables qui sont surtout consacrés à la confection d'une ligne d'arrêt. Ces travaux consistant à appliquer les différentes techniques de base permettant de contenir et de maîtriser un incendie.

Après avoir décrit les deux méthodes qui intègrent ces techniques de lutte, nous examinerons comment fixer son choix sur l'une d'elles et surtout, comment les appliquer au cours des deux premières phases du combat, soit l'attaque initiale et la maîtrise.

2.3.1 Description des méthodes de combat

La construction des lignes de suppression peut être réalisée selon deux méthodes: la *méthode directe* ou la *méthode indirecte*. Elles ont toutes deux pour objectif de contenir et de maîtriser l'incendie en

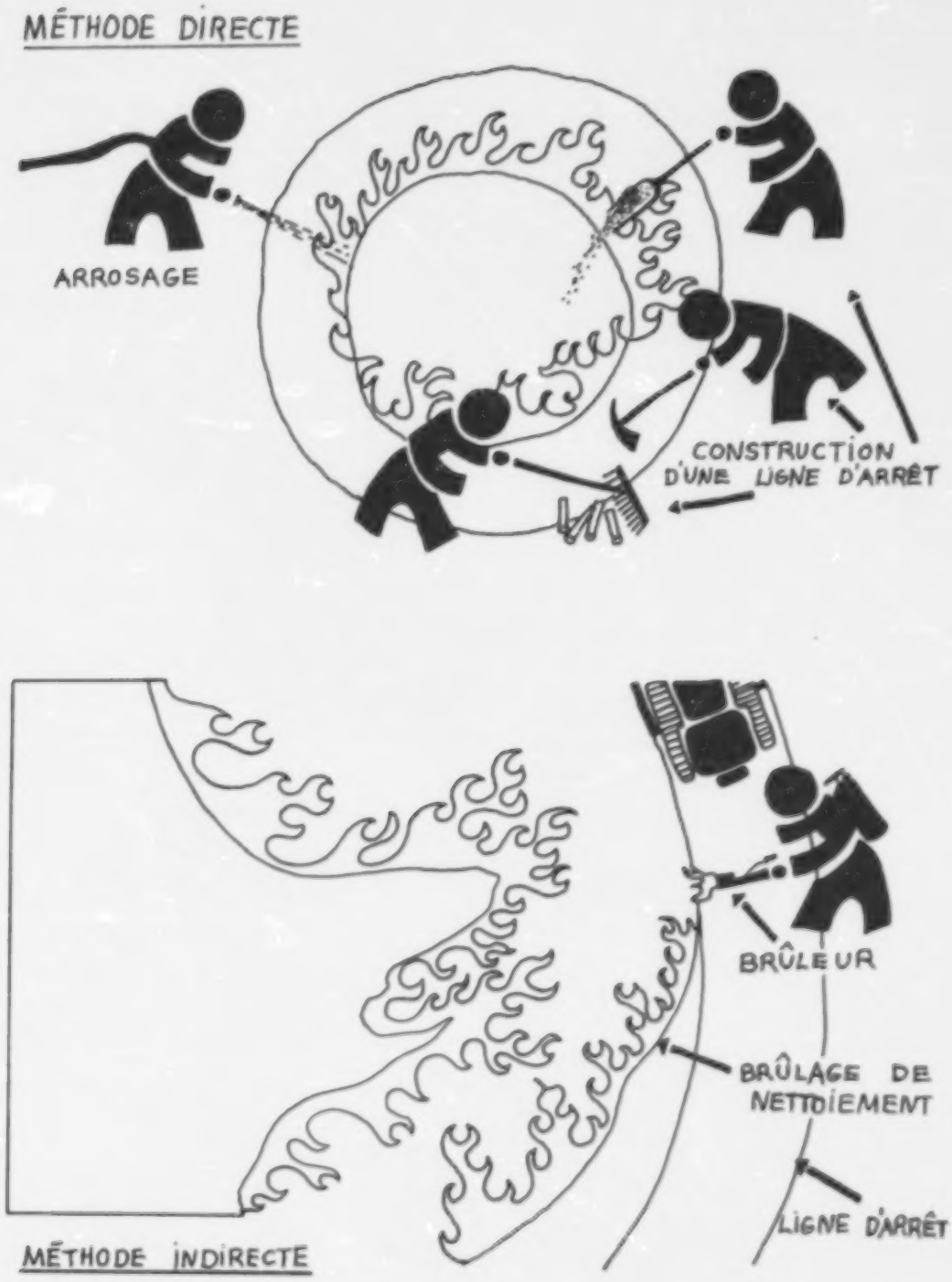


FIGURE 22 MÉTHODES DE COMBAT DES FEUX

séparant les combustibles enflammés des matériaux intacts, en réduisant la quantité de chaleur dégagée ou en augmentant la résistance au feu des combustibles. Les deux méthodes ne se distinguent l'une de l'autre qu'en fonction de la distance qui sépare leur lieu d'application de la bordure du feu.

La *méthode directe* consiste à construire une ligne d'arrêt à la bordure même du feu, sur le périmètre de l'incendie. A l'aide d'outils manuels, exceptionnellement de machinerie lourde, tous les combustibles de surface situés en bordure du feu sont enlevés et rejetés à l'intérieur de la zone en ignition. Cette ligne d'arrêt peut également être construite à l'aide de motopompes et d'avions-citernes, mais alors, selon le principe de la neutralisation des combustibles et non celui de leur séparation.

La *méthode indirecte* comporte l'établissement d'une ligne d'arrêt à une certaine distance de la bordure du feu. On doit alors tirer avantage de tous les accidents topographiques situés sur le parcours de la ligne et qui sont susceptibles d'en accélérer la construction. Une fois la ligne complétée sur tout le front de l'incendie, il est absolument nécessaire de brûler les petits combustibles compris dans la zone intermédiaire située entre la bordure du feu et la ligne d'arrêt. Si l'on n'y fait pas brûler au moins les combustibles de surface, la ligne seule sera insuffisante pour arrêter la progression de l'incendie.

Le tableau 3 résume les caractéristiques des deux méthodes de combat des feux; on y retrouve l'énoncé des objectifs poursuivis et l'énumération des opérations impliquées dans leur application.

2.3.2 Choix et utilisation d'une méthode de combat

L'irrégularité de la bordure du feu, la nature et la densité des peuplements, la quantité de chaleur et de fumée dégagée, la phase de développement de l'incendie et la structure du sol sont autant de facteurs qui méritent d'être considérés lors du choix d'une méthode de combat. A ces éléments peuvent s'ajouter l'importance de l'organisation de combat, le volume de matériel de lutte disponible, etc.

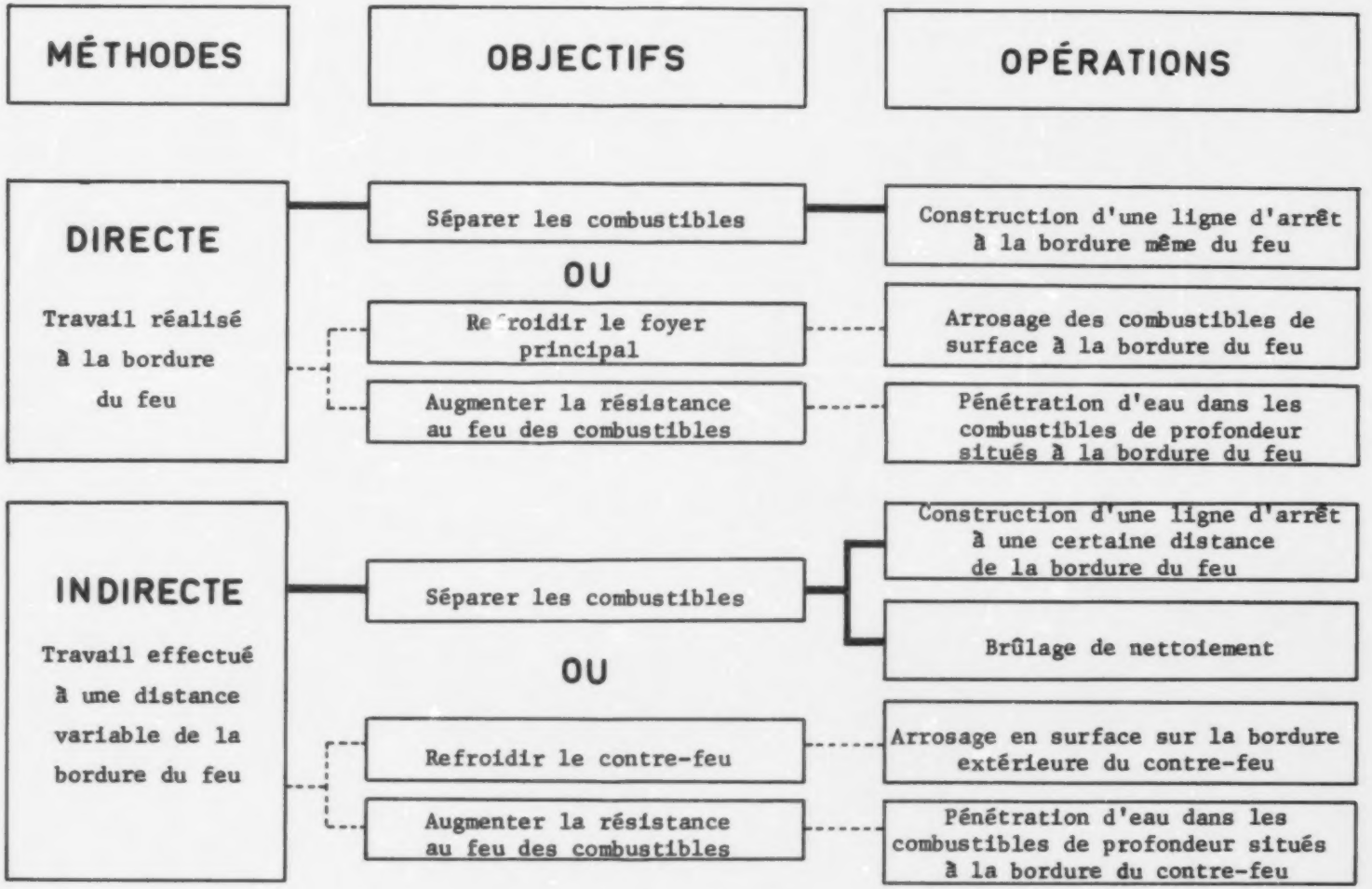


TABLEAU SYNTHÈSE : 3 LES MÉTHODES DE COMBAT DES FEUX DE FORÊT

Le choix d'une méthode de combat, particulièrement lors de la toute première intervention, a tendance à se faire sans analyse approfondie de la situation. Au début de l'incendie, l'attaque est souvent dirigée en bordure du feu et la méthode directe est appliquée indistinctement. Pourtant, dès que l'incendie prend une certaine ampleur, on s'aperçoit à l'analyse que les deux méthodes de combat doivent être utilisées simultanément en des points d'attaque différents, ou consécutivement sur la même portion du périmètre de l'incendie.

Pour faciliter le choix d'une méthode de combat, il est bon de connaître les principales règles qui en conditionnent l'application.

1) Règle générale

De façon générale, on applique la méthode directe aussi longtemps que la méthode indirecte ne s'avère pas nécessaire ou plus avantageuse.

Ceci est habituellement possible le matin et la nuit, sur les feux de surface, les feux de profondeur, les petits feux de broussailles ou de mousse et les feux en voie de s'éteindre.

2) Motifs justifiant le choix de la méthode indirecte ou la nécessité ou l'avantage de délaisser la méthode directe au profit de la méthode indirecte

- Intensité considérable de la chaleur ou de la fumée dégagée par l'incendie: ce phénomène, fréquent dans un bûché récent et dans un très jeune peuplement, interdit aux combattants de travailler sur la bordure du feu avec des outils manuels.
- Nécessité de raccourcir la ligne d'arrêt afin de diminuer le volume de travail requis pour sa construction et sa surveillance et ce, principalement quand la bordure du feu est irrégulière (présence de nombreux doigts sur le périmètre du feu, de feux disséminés ou de chicots en feu).
- Possibilité d'utiliser un coupe-feu naturel ou artificiel (lac, route, rivière, sentier, etc.)

- Importance de la grosseur et de la quantité des combustibles de surface (bûché récent).
- Trop grande épaisseur ou composition particulière des combustibles de profondeur; c'est le cas des sols formés d'une tourbe très épaisse ou d'un réseau de racines très dense.
- Forte densité des peuplements.
- Impossibilité d'utiliser les outils manuels à cause de la structure du sol.
- Disponibilité d'équipement lourd (bulldozer).
- Carence de main-d'oeuvre et manque de temps pour la construction d'une ligne d'arrêt avec des outils manuels.
- Accélération de la vitesse de propagation de l'incendie.
- Topographie empêchant l'utilisation de la méthode directe: ce phénomène se rencontre sur une pente abrupte ou au sommet d'une montagne.
- Recherche d'une plus grande sécurité pour les combattants à cause de l'utilisation d'avions-citernes.
- Combat d'un feu de cimes ou d'un feu de surface en voie de le devenir.

C'est en évaluant judicieusement la situation par rapport aux facteurs énumérés précédemment que les responsables de la lutte pourront juger si la méthode indirecte présente des avantages suffisants pour en justifier l'application.

Le principal avantage de la méthode indirecte est de permettre aux combattants de choisir l'endroit et les conditions dans lesquelles la ligne d'arrêt sera construite; avec la méthode directe, c'est le feu lui-même qui indique la localisation des lignes de suppression. Le choix de la méthode de combat et du lieu de son application appartient d'abord au chef de lutte.

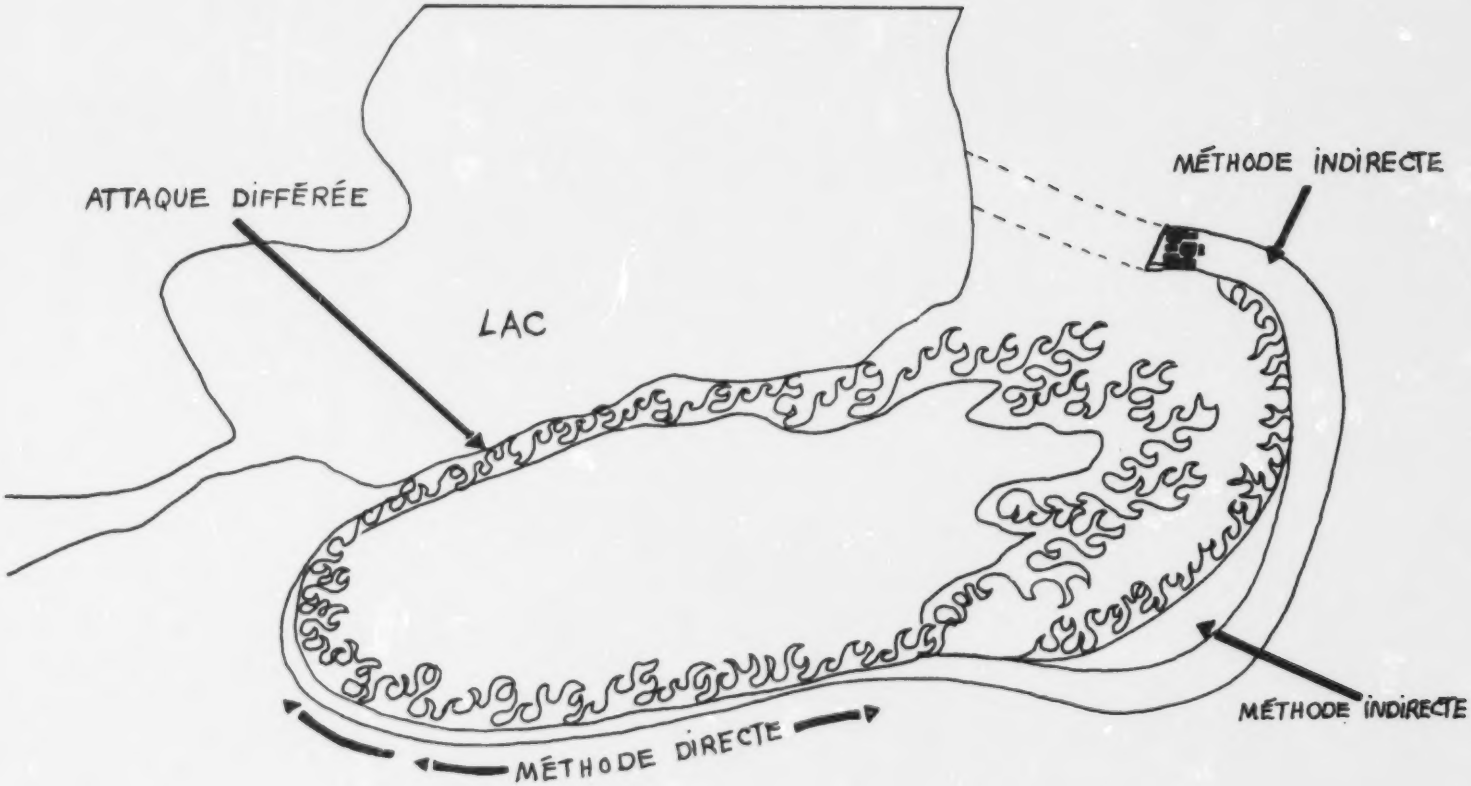


FIGURE 23 APPLICATION DES MÉTHODES SERVANT À MAÎTRISER UN INCENDIE DE FORÊT

2.4 TECHNIQUES D'EXTINCTION DES INCENDIES

L'extinction, troisième phase du combat des incendies de forêt, ne fait pas appel aux mêmes méthodes de lutte que celles employées au cours de l'attaque initiale et de la phase de maîtrise. En effet, une fois que l'incendie a été maîtrisé, il n'est plus nécessaire de construire des lignes d'arrêt. On doit cependant intensifier les opérations de surveillance commencées lors de l'établissement des lignes d'arrêt et procéder à l'extinction complète et définitive de l'incendie. Même si ces deux opérations sont souvent exécutées simultanément, elles demeurent néanmoins fondamentalement différentes et requièrent une organisation et des techniques distinctes.

2.4.1 La patrouille de l'incendie

La patrouille consiste à surveiller un secteur de la ligne d'arrêt ou une partie d'un incendie afin d'empêcher le feu de s'échapper. Cette opération vise à découvrir et à éteindre tout feu qui traverse la ligne d'arrêt; elle peut être réalisée à partir du moment où l'incendie a été maîtrisé et se poursuit jusqu'à son extinction complète. Les opérations de patrouille sont surtout concentrées sur le périmètre du feu et à l'extérieur de celui-ci.

Il ne faudrait pas confondre les opérations de patrouille ou de surveillance finale avec la surveillance initiale exercée lors de l'établissement d'une ligne d'arrêt. Lorsque la méthode indirecte est appliquée, une première opération de guet s'avère nécessaire pour empêcher le contre-feu allumé de traverser la ligne d'arrêt. A ce moment, le travail de surveillance ne concerne pas l'incendie de forêt comme tel et c'est ce qui le distingue des opérations de patrouille.

Les combattants chargés de patrouiller l'incendie se dispersent habituellement le long de la ligne d'arrêt, à une distance qui leur permet de communiquer facilement entre eux. Il faut donc éviter le regroupement des effectifs, à moins qu'une situation menaçante ne l'exige. Les hommes accomplissent leur travail à l'aide d'outils manuels. Quand

le brûlage a été complété et que le danger immédiat est disparu, les patrouilleurs doivent s'efforcer de nettoyer et d'élargir la ligne d'arrêt en attaquant la bordure du feu.

La patrouille est une opération essentielle qui ne doit jamais être négligée; mal réalisée, le feu risque de s'échapper et d'anéantir tous les efforts déployés jusque là pour le maîtriser. La patrouille devrait être maintenue au moins quelques jours après l'extinction du dernier foyer car le feu peut paraître complètement éteint tout en continuant à couver dans des endroits cachés. En période de sécheresse, la patrouille peut s'avérer nécessaire jusqu'à la prochaine pluie d'importance.

2.4.2 L'extinction proprement dite

La phase de l'extinction finale regroupe l'ensemble des mesures prises pour éliminer le risque de voir le feu jaillir de nouveau une fois l'incendie maîtrisé. Ce travail, confié à de petits groupes de combattants, commence aussitôt que l'incendie ou une partie de celui-ci a été maîtrisé et s'est suffisamment refroidi pour permettre aux hommes et à l'équipement d'oeuvrer à l'intérieur de la zone brûlée.

Le but des opérations d'extinction consiste à éteindre complètement les souches, billes ou autres combustibles en ignition compris à l'intérieur du périmètre incendié, de manière à ce que le feu ne donne lieu à aucune reprise et ne vienne menacer la zone encore intacte entourant ce périmètre. Règle générale, on doit procéder à l'extinction complète de tous les objets enflammés. Dans certains feux de vaste superficie, on pourra laisser brûler les secteurs qui ne constituent pas une menace pour l'extérieur, tel que le centre du feu; ils s'éteindront graduellement d'eux-mêmes par suite d'une carence de combustibles ou de l'influence défavorable des conditions atmosphériques sur la combustion.

Aussi longtemps que le feu couve, et il persiste quelquefois des jours, voire des semaines, dans la tourbe ou les racines avant de se développer à nouveau, on ne peut pas être certain que de nouveaux foyers

ne se rallumeront pas à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone circonscrite. Il est donc essentiel d'exécuter les opérations d'extinction avec un soin minutieux en bordure du feu, sur une bande plus ou moins large et d'éviter de prendre la moindre chance. C'est un travail long, ennuyeux et harassant que les équipes de lutte ont malheureusement tendance à laisser tomber trop rapidement.

Pour effectuer les travaux d'extinction, on a recours à l'une ou l'autre des trois techniques de lutte, soit l'étouffement, le refroidissement et la neutralisation. Dans la majorité des cas, l'extinction sera réalisée avec des outils manuels. Avec ces derniers, il est plus facile d'appliquer efficacement les cinq moyens connus pour éteindre un foyer d'incendie, soit l'application d'eau ou de produits chimiques, l'épandage de terre minérale, le battage, le brûlage préventif et le déplacement des combustibles. Leurs modalités d'exécution devant être discutées ultérieurement dans le chapitre traitant de l'utilisation des outils manuels, nous nous limitons ici à énumérer et à décrire brièvement les principales tâches à réaliser:

- Commencer le travail dès que les opérations de construction de la ligne d'arrêt et de brûlage auront été complétées. Il n'est pas nécessaire d'attendre que l'incendie soit maîtrisé sur l'ensemble ou une partie de son périmètre; le travail d'extinction s'effectue progressivement tout comme la construction des lignes d'arrêt.
- Eloigner les combustibles très inflammables situés à l'extérieur et à proximité de la ligne d'arrêt, tels que chicots et billes pourries.
- Consolider tous les matériaux susceptibles de traverser la ligne d'arrêt en les plaçant dans une position qui les empêchera de rouler.
- Rechercher et déterrer les racines en ignition près de la ligne d'arrêt.
- Abattre et enlever les chicots situés à l'intérieur de la ligne d'arrêt qui risquent de projeter des étincelles au-delà de cette dernière ou de tomber sur la ligne.
- Laisser brûler certains combustibles. On pourra parfois exécuter

un brûlage préventif pour détruire les combustibles critiques non brûlés situés à divers endroits à l'intérieur de la bordure du feu.

- Eparpiller ou enlever toute concentration de combustibles critiques situés près de la bordure extérieure de la ligne d'arrêt.
- Sur les petits feux, procéder à l'extinction de tout foyer dégageant de la fumée en arrosant les braises ou en recouvrant de terre minérale toutes les parties visiblement en ignition.
- Sur les feux de grande superficie, nettoyer suffisamment la zone adjacente à la ligne d'arrêt pour que l'incendie ne puisse la traverser dans les pires conditions.
- Faire usage de l'eau partout où la chose est possible. L'utilisation d'un produit de retardement est fortement recommandée pour augmenter son efficacité.
- Rechercher les feux couvant disséminés, les éteindre avec de l'eau ou de la terre minérale ou encore, disperser les débris sur la surface brûlée.
- Séparer les amas de combustibles où un feu peut couver.
- Améliorer la ligne d'arrêt et s'assurer de sa continuité en enlevant toutes racines ou autres matières qui pourraient permettre au feu de la traverser.
- S'assurer que le feu ne couve pas en dessous ou à l'intérieur de l'écorce et des souches en vérifiant au besoin à l'aide de la main.

3

localisation et recherche de l'incendie

Au Québec, les principaux moyens utilisés pour la surveillance des territoires forestiers et la découverte des incendies sont la patrouille aérienne, la patrouille terrestre, les postes d'observation et la collaboration volontaire du public. Tous ces moyens ont pour but, outre de prévenir les feux de forêt, de découvrir, de localiser et de rapporter les foyers d'incendie aussitôt que possible après leur naissance.

Mais pour les responsables du combat des incendies de forêt, il n'est pas tout de savoir qu'un feu s'est déclaré dans telle région. Avant d'entreprendre la lutte contre un incendie qui vient d'être signalé, il faut connaître sa localisation précise et déterminer le meilleur moyen de s'y rendre, afin de l'atteindre le plus rapidement possible.

3.1 LOCALISATION DE L'INCENDIE

L'opération de localisation d'un foyer d'incendie consiste à déterminer la position exacte de l'endroit où il se développe sur le terrain et de le situer par un point sur une carte appropriée. Ce point

précis est par la suite décrit à l'aide d'un système de quadrillage normalisé pour l'ensemble du Québec ou encore, par comparaisons avec des points de repère connus. En pratique, les incendies sont localisés à l'aide d'un des trois moyens suivants ou d'une combinaison de ceux-ci: observations au sol, tours d'observation et reconnaissance aérienne.

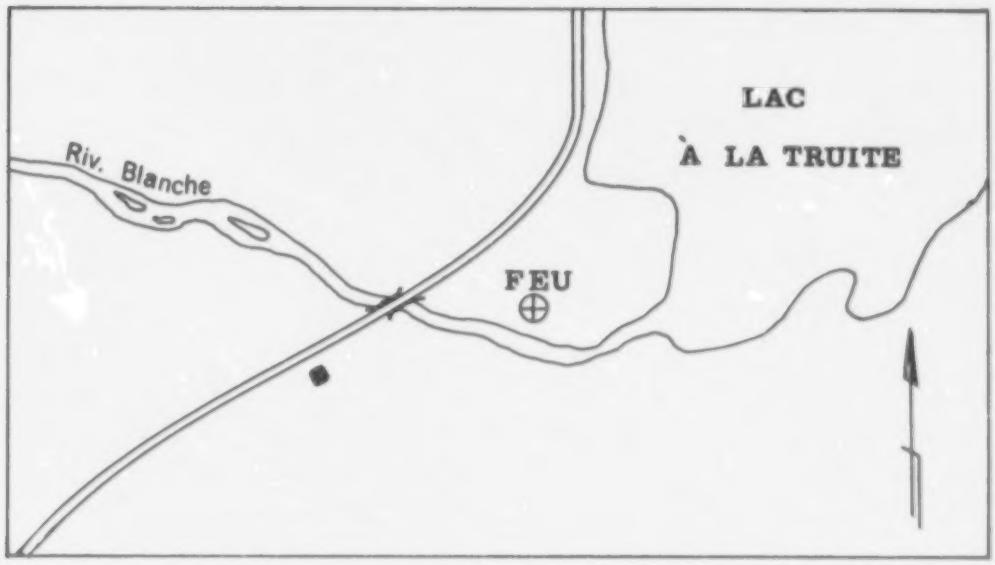
3.1.1 Observations au sol

La localisation d'un foyer d'incendie par des observations au sol ne s'avère pas toujours une opération facile à réaliser. Il n'est pas rare que la densité de la forêt et la présence d'accidents topographiques empêchent les observateurs de repérer la colonne de fumée qu'ils voyaient pourtant du sommet d'une montagne ou d'une colline située à quelque distance de l'incendie. Par contre, il arrive aussi qu'un incendie soit correctement localisé au moment de sa découverte, lorsqu'il est situé à proximité de points de repère connus de l'observateur. La position du feu est alors décrite en spécifiant son éloignement et son orientation par rapport à un point de repère facilement identifiable, tel un lac, une croisée de chemins, un ruisseau, une maison, etc.

A titre d'exemple, examinons comment les foyers illustrés dans la figure 24 pourraient être décrits:

- Figure du haut: feu situé à 500 pieds à l'est du pont de la rivière Blanche (entre la rivière et le chemin du lac à la Truite). La fumée est visible du pont.
- Figure du bas: fumée visible du pont de la rivière Blanche, direction N-O, distance de 2,000 pieds environ.

Dans le deuxième cas, la fumée observée est trop éloignée de l'endroit d'où elle est visible pour permettre de la localiser avec précision. L'intervention d'une équipe de choc sera alors nécessaire pour procéder à la recherche de l'incendie, à moins que l'on utilise un autre moyen pour effectuer la localisation.



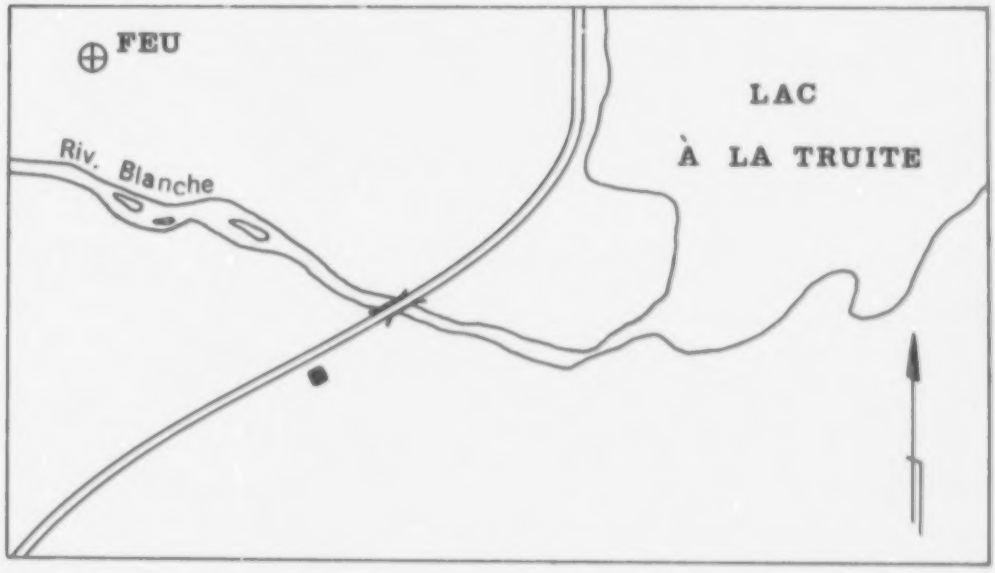


FIGURE 24: OBSERVATIONS AU SOL

3.1.2 Tours d'observation

Une fumée peut être localisée avec une bonne précision par un observateur de tour. Pour cela, il faut que l'incendie se situe à l'intérieur du champ de *visibilité directe* de la tour, sans en être trop éloigné.

Lorsqu'une fumée est visible par plus d'une tour, une localisation approximative peut être obtenue en recoupant les azimuts déterminés par les observateurs. Cette opération est réalisée au poste central chargé de la découverte des incendies. L'intersection des lignes de visée donne une idée générale de l'endroit où le feu se développe; il est ensuite facile de vérifier l'exactitude de l'opération et de mesurer sur la carte la distance qui sépare le feu d'un point de repère situé dans le voisinage.

La localisation des foyers d'incendie faite à partir de tours d'observation ne peut pas toujours être réalisée avec une grande précision. D'importantes erreurs peuvent se produire à cause de l'éloignement excessif du foyer d'incendie, de la mauvaise visibilité, du relief du terrain et du déplacement de la fumée par le vent.

3.1.3 Reconnaissances aériennes

L'avion se prête bien à la localisation des incendies. L'observateur placé dans l'appareil peut avoir une vue d'ensemble du territoire où un feu se développe. L'avion offre aussi l'avantage de permettre des observations à des altitudes et à des angles différents.

Lorsque les points de repère sont nombreux et facilement identifiables, l'observateur peut localiser sans difficulté un foyer d'incendie à une altitude de 1,000 pieds au-dessus du sol. Dans le cas contraire, il est avantageux d'effectuer les observations à plus haute altitude. Par exemple, dans la figure 25, on remarque que le feu est situé à proximité de nombreux petits lacs non identifiés et que leur ressemblance rend la localisation difficile à réaliser. Dans ces conditions, une observation effectuée à une altitude plus élevée permet d'utiliser des points de

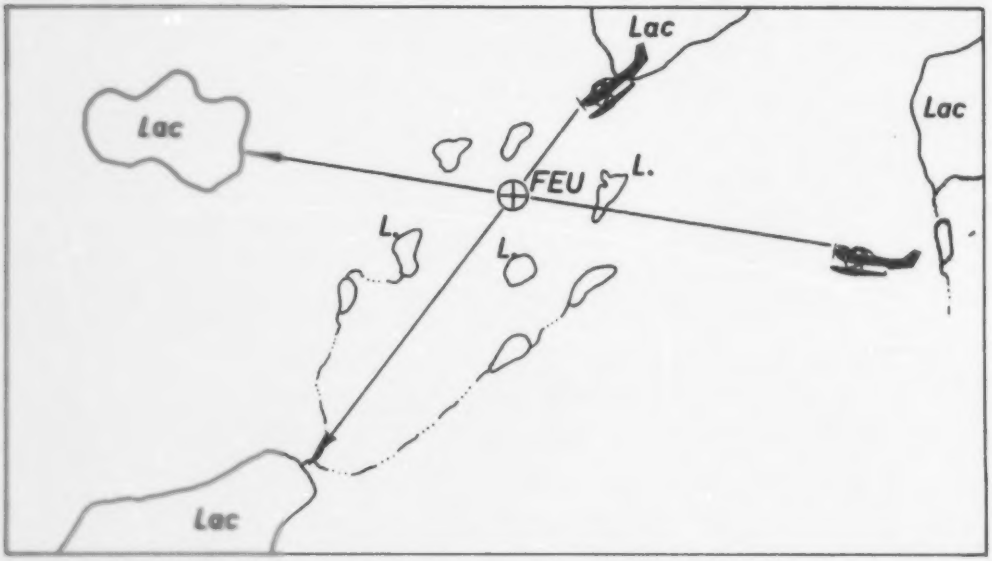


FIGURE 25: RECONNAISSANCES AERIENNES A HAUTE ALTITUDE

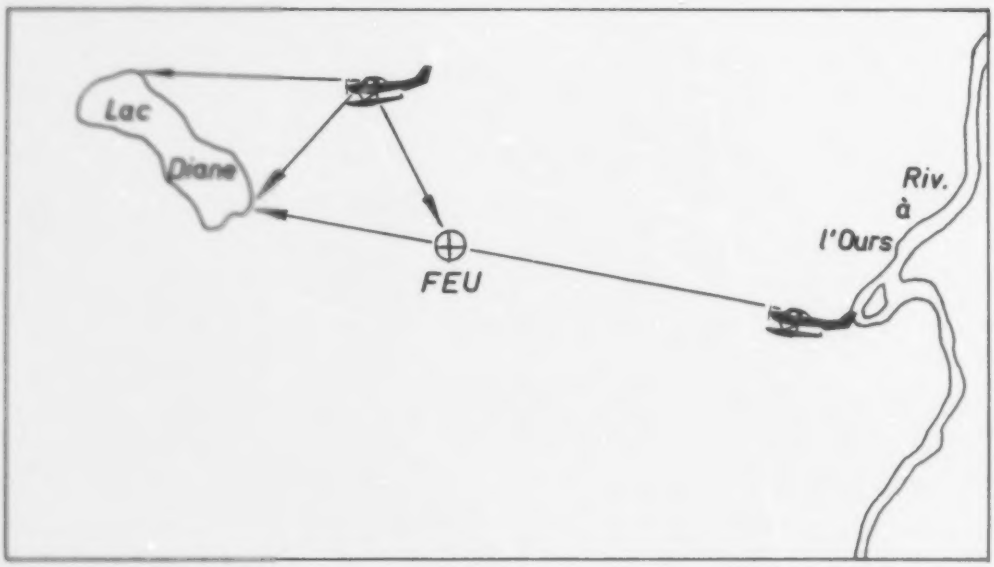


FIGURE 26: OBSERVATIONS AERIENNES PAR COMPARAISON

repère mieux identifiables, quoique plus éloignés.

En effectuant des reconnaissances aériennes, il est recommandé d'évaluer les distances par comparaison avec des objets ou des facteurs géographiques de dimensions connues ou facilement mesurables sur une carte. Ainsi, on pourra définir la distance entre le feu et un repère quelconque comme étant égale à la largeur de telle baie ou de tel lac. Dans l'exemple illustré à la figure 26, une première observation indique la position du feu par rapport à deux points de repère connus: le détour de la rivière à l'Ours et le lac Diane. Dans ce cas, une deuxième observation s'avère nécessaire pour obtenir une localisation précise. L'observateur effectue alors une comparaison entre la longueur du lac Diane et la distance comprise entre ce même lac et le foyer d'incendie.

La distance qui sépare un point de repère d'un feu peut aussi être évaluée en chronométrant le nombre de secondes que met l'avion pour parcourir l'espace compris entre ces deux points. Connaissant la vitesse de l'avion, il est alors relativement facile de calculer la distance recherchée. Pour accélérer le calcul, on utilisera la formule mathématique suivante:

Distance en pieds = 1.5 X Vitesse de l'avion en milles à l'heure X Nombre de secondes

ou **D (pi) = 1.5 X V (m.p.h.) X T (sec)**

Le facteur 1.5 représente approximativement le quotient de la division de 5,280 (pieds) par 3,600 (secondes). Pour obtenir un résultat fiable, il est recommandé de répéter l'opération de chronométrage en sens inverse et de faire une moyenne des deux lectures pour éviter les erreurs qui pourraient être imputées au vent ou à d'autres facteurs.

L'utilisation d'une carte topographique aidera considérablement l'observateur à localiser un foyer d'incendie. En comparant la topographie observée aux symboles de la carte, il peut utiliser les sommets

principaux ou même intermédiaires comme autant de points de repère. Cette pratique doit être utilisée fréquemment pour faciliter le travail de l'observateur et réduire les possibilités d'erreur lors de la localisation.

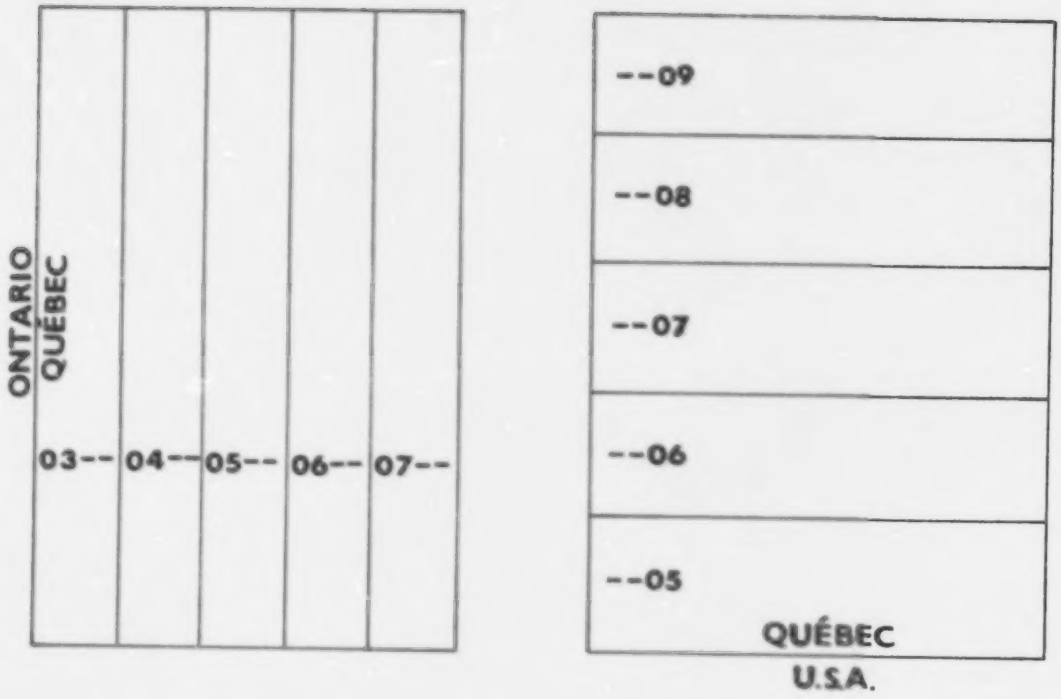
Quand un feu est particulièrement difficile à localiser en raison de la carence de points de repère facilement identifiables, l'observateur peut exiger du pilote un plan de vol qui facilitera son travail. L'approche de l'avion vers le feu pourra alors s'effectuer du sud au nord, la ligne de vol étant située du côté du foyer et à une distance qui offrent la meilleure visibilité possible à l'observateur. Ainsi, il devient plus facile d'identifier les points de repère qui éventuellement se succéderont dans une *direction connue*, soit de bas en haut sur la carte.

3.2 LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE D'UN FEU A L'AIDE DU SYSTEME DE QUADRILLAGE DU QUEBEC

Le système de quadrillage utilisé au Québec pour fins de protection des forêts contre l'incendie permet d'indiquer la localisation précise d'un feu par une information contenant neuf chiffres. Cette méthode a l'avantage d'être très simple d'application et de faciliter grandement la transmission des données pertinentes à la localisation des feux de forêt.

La base du système de quadrillage repose sur les coordonnées sphériques de la terre et sur la subdivision de tout le territoire québécois en rectangles dont les dimensions sont égales à celles des cartes topographiques à l'échelle de 1:50,000. Chacun des rectangles a une longueur d'environ 18 milles dans le sens sud-nord, ce qui correspond à un intervalle de 15 minutes en latitude, et une largeur d'environ 12 milles dans le sens ouest-est, soit l'équivalent de 15 minutes en longitude. Les rectangles englobent donc une superficie de quelque 216 milles carrés de territoire.

L'identification de chaque rectangle est exprimée par un groupe de quatre chiffres. Les deux premiers chiffres correspondent à la



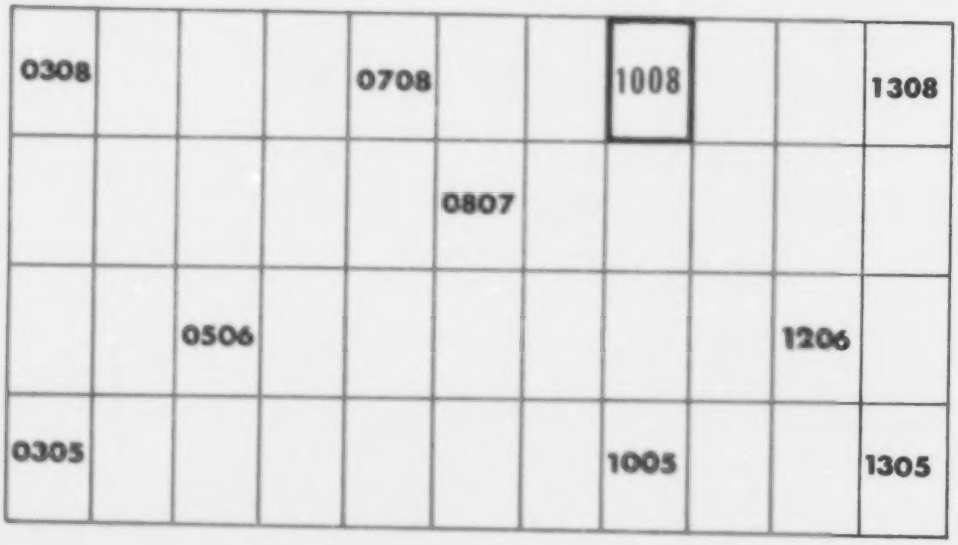


Figure 27: SYSTEME DE QUADRILLAGE DU QUEBEC

Longitude et identifient une bande large de 15 minutes placée parallèlement aux méridiens. Les deux autres chiffres du groupe identifient une bande large de 15 minutes, située dans le sens ouest-est et dont les limites supérieures et inférieures se confondent avec les parallèles de *latitude*.

Il est intéressant de connaître comment la numérotation des rectangles est réalisée. Le point d'origine des deux premiers chiffres est situé à la frontière Québec-Ontario; l'ordre numérique, qui commence par 03, s'accroît d'une unité à chacune des bandes dans le sens ouest-est. Ainsi, la ville de Québec est située dans la bande verticale numéro 36; celle de Gaspé, dans la bande numéro 64. Par contre, l'origine numérique des bandes horizontales se situe à la frontière américaine; l'ordre numérique des deux autres chiffres du groupe commence par 05 et augmente en direction nord. Par exemple, la ville de Sherbrooke est située dans la bande horizontale numéro 06, alors que le lac St-Jean se situe dans la bande numéro 19. La figure 27 illustre bien comment sont établis les quatre premiers chiffres du système de quadrillage du Québec.

Chacun des rectangles décrits précédemment est subdivisé à son tour en neuf rectangles plus petits, mesurant approximativement quatre milles de largeur et six milles de hauteur, soit cinq minutes en latitude et cinq minutes en longitude. Ceux-ci sont identifiés par un chiffre unique. La numérotation de ces portions rectangulaires se fait à partir du coin inférieur gauche en allant vers la droite, soit les parties 1, 2 et 3. Partant du centre gauche et du coin supérieur gauche et allant vers la droite, on retrouvera respectivement les ordres numériques 4, 5, 6 et 7, 8,9. Chacune de ces neuf subdivisions couvre une superficie de quelque 24 milles carrés; elle est décrite par un cinquième chiffre qui s'ajoute à la suite du premier groupe de quatre chiffres décrit plus tôt.

La figure 28 illustre comment peuvent être utilisés les cinq premiers chiffres du système de quadrillage. Le premier groupe de quatre chiffres identifie de façon non équivoque un rectangle mesurant approximativement 12 milles de largeur et 18 milles de hauteur; ce

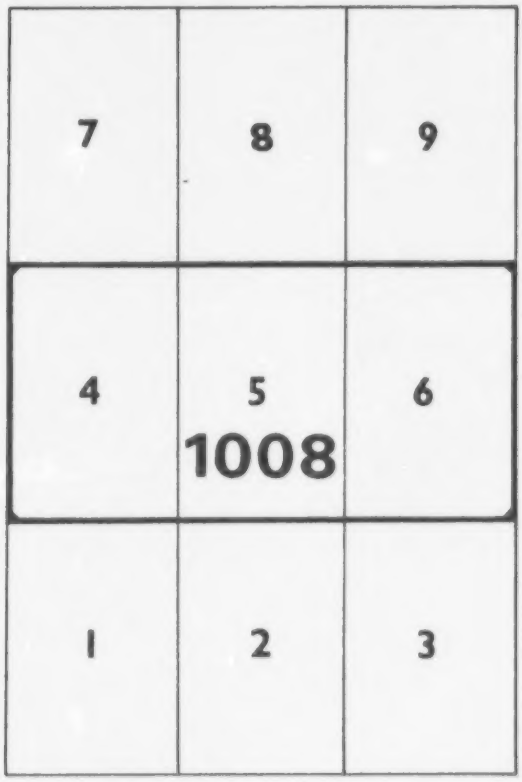


FIGURE 28: SIGNIFICATION DES CINQ PREMIERS CHIFFRES DU CODE DE LOCALISATION

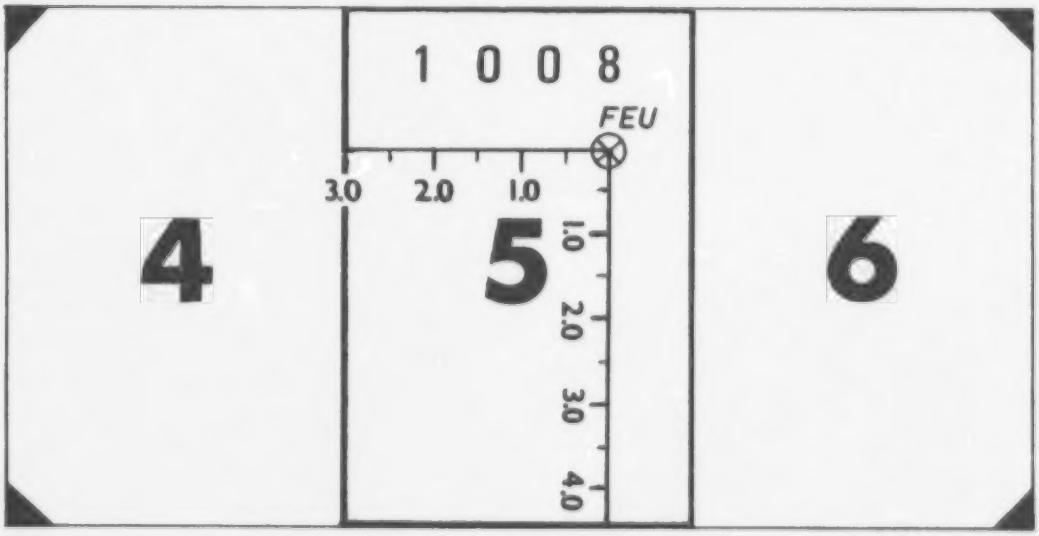


FIGURE 29: LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE D'UN FEU

rectangle correspond à une carte topographique donnée (échelle 1:50,000) ou à une portion d'une plus grande carte, dite carte-synthèse (échelles de 1:125,000 ou 1:250,000). Le cinquième chiffre réfère à une des neuf portions du rectangle. Mais pour définir avec précision la localisation d'un point spécifique situé à l'intérieur d'un des petits rectangles, quatre chiffres supplémentaires sont nécessaires.

Ces quatre derniers chiffres s'obtiennent en mesurant à l'aide d'une règle appropriée, soit la *règle de quadrillage du Québec* (morceau rectangulaire d'acétate gradué en milles et dixième de mille, à une échelle correspondant à celle de la carte utilisée), la distance entre le point à localiser et la marge gauche du petit rectangle, ainsi que la distance entre ce point et la marge inférieure. La première lecture donne les sixième et septième chiffres nécessaires à l'identification d'un lieu, alors que la seconde lecture exprime les huitième et neuvième chiffres, complétant ainsi le numéro de quadrillage. Un point précis est toujours exprimé par un nombre de neuf chiffres. Par exemple, le feu indiqué à la figure 29 est identifié par le code: 1008 - 5 - 3045.

3.3 RECHERCHE DE L'INCENDIE

Les méthodes utilisées pour la découverte et la localisation des feux de forêt permettent très souvent de connaître avec exactitude le lieu de l'incendie et de déterminer la meilleure route à suivre pour s'y rendre. Mais dans bien des cas, des recherches supplémentaires sur le terrain s'imposent. Celles-ci commencent au moment où une équipe de choc s'engage à pied dans la forêt, à partir de l'endroit où elle doit abandonner le moyen de transport qui l'a conduite le plus près possible du feu.

La phase de recherche consiste avant tout à se rendre sur les lieux de l'incendie le plus rapidement possible et à tracer le meilleur chemin que pourront emprunter les effectifs de renfort qui viendront s'ajouter au besoin. Pour évoluer en toute confiance et accomplir un travail efficace, surtout dans les territoires peu connus, l'équipe de choc aura besoin d'un poste émetteur-récepteur, d'une carte géographique où

est localisé l'incendie et d'une boussole. Ces deux derniers instruments forment un tout et aucun d'eux ne peut être utilisé séparément et donner entière satisfaction.

Quand un foyer d'incendie a été localisé par reconnaissance aérienne et pointé sur la carte selon le système de quadrillage du Québec, un simple coup d'oeil lancé d'une élévation permet assez souvent de localiser le foyer et de s'y diriger sans difficulté. Cependant, il arrive fréquemment que l'équipe de choc doive parcourir des distances considérables dans des conditions de marche plus ou moins faciles pour se rendre sur les lieux de l'incendie. Si la cible à atteindre n'est rien d'autre qu'un arbre frappé par la foudre, la recherche du feu exige alors une grande précision. Pour parvenir sur le site de l'incendie dans les plus courts délais, un des membres de l'équipe de choc doit posséder, en plus des connaissances pratiques qu'il a du territoire, une bonne habileté à utiliser une boussole et une carte détaillée (échelle de 1:50,000 si disponible). On trouvera en annexe un bref exposé des principes d'utilisation de la boussole.

A l'aide de la carte et de la boussole, les membres de l'équipe de choc peuvent déterminer l'azimut entre leur point de départ et la destination désirée, soit le foyer indiqué sur la carte. Il ne leur reste plus qu'à suivre cette direction en s'aidant de la boussole. Il est important de toujours choisir comme point de départ un accident de terrain facilement identifiable sur la carte et sur le territoire. On doit éviter de choisir une croisée de chemins comme point de départ, car la localisation des routes forestières sur une carte est le plus souvent approximative.

Enfin, les membres de l'équipe de choc doivent être en mesure d'évaluer la distance qu'ils parcourent en forêt afin de s'approcher de l'incendie avec plus de précision. Pour ce faire, ils devraient développer l'habitude de compter leurs pas à mesure qu'ils progressent en forêt (en ligne droite, on compte généralement cinq pieds linéaires par pas double).

Lorsque la localisation a été effectuée à l'aide d'un avion et que celui-ci est encore sur les lieux au moment de l'arrivée de l'équipe de choc, le pilote peut aider les combattants à rechercher un feu de faible superficie en effectuant quelques passes en direction du foyer ou en marquant son emplacement.

Le marquage peut être réalisé facilement et à peu de frais en laissant tomber d'une altitude de 400 pieds des rouleaux de papier (ruban de machine à additionner ou papier de toilette non sectionné) qui, en se déroulant sur la cime des arbres, constituent un excellent repère pour les hommes au sol et pour d'autres aéronefs. Si l'altitude suggérée est respectée, le rouleau se déroule de lui-même sur les deux tiers de sa longueur avant d'atteindre les arbres; le reste du rouleau est suffisamment pesant pour rejoindre le sol à travers les branches. Quand des balises électroniques sont disponibles, la recherche de l'incendie se fait alors plus rapidement et avec une meilleure précision; une radio munie d'une antenne directionnelle permet à l'équipe de choc de se diriger d'après les ondes transmises par un poste émetteur lancé à proximité du feu.

Le marquage d'un feu du haut des airs à l'aide de rouleaux de papier ou de balises est très utile pour indiquer aux aéronefs susceptibles de survoler la région que cet incendie a déjà été rapporté et localisé. Ces méthodes de marquage peuvent également être utilisées pour identifier le point de départ de l'équipe de choc ou pour placer des repères servant à l'arrosage aérien.

4

analyse de l'incendie et confection du plan d'attaque

La planification de l'attaque dirigée contre un feu de forêt constitue une étape essentielle pour la réussite des opérations de combat. Dès la découverte d'un foyer d'incendie, le responsable de la lutte contre le feu doit prendre une série de décisions qui l'aideront à organiser l'attaque, à diriger les équipes d'intervention et à contrôler l'efficacité de leur travail. Planifier signifie justement décider à l'avance ce qui doit être fait. Constituant ni plus ni moins qu'un guide à l'égard du déroulement des opérations, la planification compte pour beaucoup dans le succès ou l'échec d'une intervention contre l'élément destructeur. En effet, la moindre imprévoyance peut faire toute la différence entre un incendie mineur et un feu ravageant une superficie considérable.

Le processus de planification couvre une gamme étendue d'opérations, depuis la prise de conscience par le chef de lutte qu'une intervention s'impose, jusqu'à la décision précisant les moyens à employer, les ressources à utiliser et le moment de l'attaque. Ce travail préliminaire permet d'écarter toute décision irréfléchie et toute précipitation qui risquerait d'être désastreuse.

Le présent chapitre propose une démarche rationnelle dans l'approche d'un feu de forêt. Tout chef de lutte pourra s'en prévaloir avec profit s'il veut éviter d'employer des formules expéditives qui négligeraient des aspects importants du combat contre le feu. En plus d'être un exercice logique, d'imagination ou de jugement, la méthode d'analyse d'un incendie et de confection du plan d'attaque exposée ci-après constitue un outil indispensable pour assurer l'utilisation optimale des ressources disponibles pour le combat.

Le processus de planification comprend trois éléments distincts qui en forment également les étapes, soit la cueillette des données de base, l'analyse de l'incendie et la formulation du plan d'attaque. Le tableau 4 illustre schématiquement ces diverses étapes du processus de confection d'un plan d'attaque.

4.1 CUEILLETTE DES DONNEES DE BASE

Avant d'entreprendre la confection d'un plan d'attaque, il est absolument nécessaire de procéder à la cueillette des données de base qui peuvent influencer le comportement de l'incendie et la stratégie de la lutte. Ces données se subdivisent en deux catégories, soit les observations directes sur le feu et les renseignements d'ordre général.

4.1.1 Observations directes sur le feu

Les informations les plus importantes à accumuler pour élaborer un plan d'attaque concernent l'incendie et son environnement. Elles sont habituellement recueillies en procédant à un examen aérien de la situation et à des observations attentives au sol sur le périmètre de l'incendie. Ces observations doivent renseigner sur les caractéristiques du feu, les particularités des combustibles, la topographie, la localisation des points d'eau, la structure du sol, les conditions météorologiques, les moyens d'accès au feu et enfin, la valeur des biens à protéger.

Chacun des facteurs énumérés ci-dessus peut affecter le comportement d'un incendie ou l'exécution des opérations de lutte; il

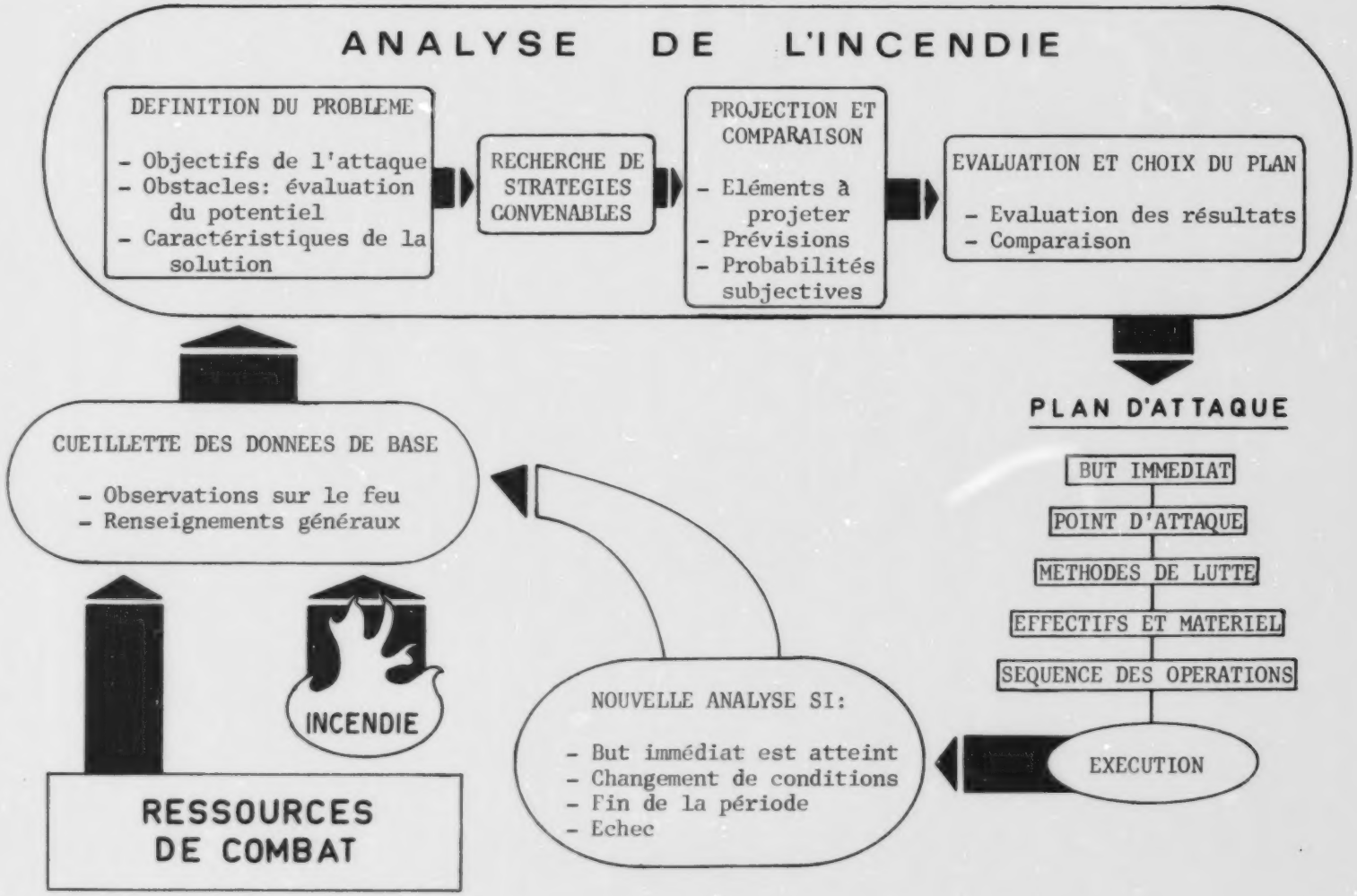


Tableau synthèse: 4 SCHEMA D'ANALYSE D'UN INCENDIE ET DE CONFECTION DU PLAN D'ATTAQUE

importe donc de connaître l'influence réelle de chacun d'eux, de même que leur interaction, avant de préparer un plan d'attaque. Les informations sur ces facteurs doivent être recueillies le plus rapidement possible, de préférence pendant que les premiers effectifs de lutte se déplacent vers les lieux de l'incendie. Pour les phases du combat, consécutives à la première intervention, les observations pourront être recueillies avant l'affectation des combattants.

La cueillette et le regroupement des informations sur les conditions de l'incendie et de son environnement sont particulièrement nécessaires pour aider l'organisation locale de protection des forêts à faire face à des situations dépassant les capacités de ses ressources en effectifs et en matériel. Il est essentiel qu'une telle organisation puisse s'adapter et agir rapidement et efficacement en réquisitionnant et en organisant les renforts supplémentaires que requiert la situation d'urgence. Ceci n'est possible qu'avec un plan basé sur une connaissance adéquate de la situation.

Examinons maintenant chacun des éléments sur lesquels doivent porter les observations directes:

1) Caractéristiques du feu

En étudiant les notions de pyrologie forestière, nous avons vu qu'un incendie pouvait être caractérisé de différentes façons, soit par sa dimension, sa forme et sa catégorie (intensité).

Dimension: lors de la réalisation des observations pertinentes au plan d'attaque, il n'est pas absolument nécessaire de préparer un relevé précis et détaillé du contour de l'incendie pour en fixer la superficie. Il s'agit tout au plus de déterminer approximativement sa longueur et sa largeur en pieds. Pour ce faire, on peut comparer les dimensions du feu avec celles d'un élément mesurable sur une carte ou encore, utiliser la méthode décrite dans le chapitre précédent, laquelle est basée sur le produit de la vitesse de l'avion par le temps de déplacement.

Forme: un incendie forestier peut prendre des formes variées et ce renseignement est précieux pour apprécier le comportement du feu. Même si l'on ne retient souvent que trois formes de feux de forêt (circulaire, elliptique et irrégulière), il est préférable de noter cette observation en réalisant un croquis à une échelle convenable. Il n'est pas nécessaire de reproduire tous les détails de la bordure de l'incendie (doigts et baies); une localisation approximative du périmètre suffit amplement. Par contre, les points menaçants et les feux disséminés doivent être identifiés et localisés sans faute en raison des dangers qu'ils constituent.

Catégorie: on distingue trois catégories différentes d'incendies forestiers, soit les feux de surface, les feux de cimes et les feux de profondeur. Ce facteur constitue un indice valable pour évaluer l'intensité de l'incendie et sa vitesse de propagation. Comme ces trois catégories pourraient se retrouver en même temps sur différentes parties du périmètre, on peut éviter toute confusion en spécifiant uniquement la catégorie d'incendie observée à la tête du feu.

Dans le cas des feux de cimes, il est important d'observer s'il s'agit d'un feu de cimes roulant ou dépendant.

Notons ici que les caractéristiques d'un incendie sont plus difficiles à apprécier quand il se dégage du brasier une forte quantité de fumée. Dans ces circonstances, il est préférable d'effectuer des observations à des altitudes différentes ou encore, de les retarder de quelques minutes. On peut également corriger les observations en fonction de l'angle d'incidence de la fumée mais cette technique exige beaucoup d'habileté.

2) Particularités des combustibles

Les combustibles exercent une influence déterminante sur le comportement d'un incendie forestier. Il importe cependant de recueillir les renseignements qui les concernent sur les matériaux ligneux les plus susceptibles d'être atteints par le feu et non pas sur ceux qui brûlent au moment des observations. Les principaux facteurs à examiner sont la

quantité, la distribution, la nature, la disposition, la grosseur et l'état des combustibles. Seuls les deux premiers sont réellement indispensables pour planifier une attaque initiale. Les autres informations servent surtout au cours des phases subséquentes de la lutte.

Quantité: l'intensité d'un incendie est proportionnelle à la quantité de combustibles qui l'alimentent. On peut décrire cette caractéristique d'une façon assez simple en utilisant les qualificatifs suivants: *faible, moyenne et grande.* Il est aussi possible d'exprimer la quantité de combustibles verts par la contenance (en pieds cubes à l'acre) ou par la densité des peuplements, mais ces évaluations s'avèrent plus difficiles à faire.

Distribution: ces observations portent sur la répartition des combustibles menacés par l'incendie. Ce facteur est souvent compliqué à décrire avec précision de vive voix. C'est pourquoi il est avantageux de préparer un croquis montrant le contour des peuplements ou, mieux encore, d'utiliser les renseignements fournis sur une carte forestière car ils indiquent aussi la nature des peuplements. Les informations sur la distribution des combustibles pourront servir, entre autres choses, à localiser les régions de progression limitée et illimitée et à évaluer l'efficacité des barrières naturelles (largeur et inflammabilité).

Nature: les matériaux ligneux se classent en trois catégories selon leur degré de combustibilité, soit: les combustibles critiques, les matières à combustion lente et les matériaux verts. Si l'observateur est incapable d'identifier les combustibles de cette façon, il peut tout simplement les décrire ainsi: herbages, déchets de coupe, bois vert (feuillus ou résineux), châblis, chicots, bois empilé, etc.

Disposition: la disposition des combustibles réfère à leur position relative sur les plans horizontal et vertical. On parlera de continuité ou de séparation selon que l'incendie peut progresser sans obstacle, du sol jusqu'à la cime des arbres, ou d'un endroit à un autre sur le terrain.

Grosseur: la grosseur des combustibles influence l'intensité d'un incendie de la même façon que le facteur quantité de matériaux. On remarquera la grosseur relative des combustibles en tenant compte de la hauteur, du diamètre et de l'âge approximatif des arbres. On distingue aussi deux catégories de grosseurs de combustibles, soit: légers et grossiers.

Etat: ce dernier élément est indispensable pour compléter l'examen des caractéristiques des combustibles. Il renseigne sur leur teneur en humidité ou par ricochet, sur leur capacité à brûler plus ou moins rapidement. Comme l'état des combustibles est difficile à mesurer directement, l'indice de sécheresse s'avérera une information plus valable que les résultats d'une observation visuelle.

Topographie: l'inclinaison et l'exposition des pentes, ainsi que l'élévation du terrain sont autant de facteurs qui affectent le comportement de l'incendie et conditionnent le choix des méthodes de lutte et d'organisation. En général, on peut considérer qu'une topographie accidentée favorise la propagation du feu et rend le combat plus difficile à effectuer. En plus de noter l'inclinaison, l'exposition et l'élévation de la pente, l'observateur doit aussi exprimer la position du feu en fonction de cette pente (bas, milieu ou haut). Examinons particulièrement les trois variables topographiques qui sont nécessaires à l'analyse.

Inclinaison: un feu de forêt peut se développer en terrain plat, accidenté ou très accidenté. Comme le relief influence aussi bien le comportement du feu que l'efficacité des combattants, il serait bon que l'observateur signale l'existence de vallées profondes (coulées), de crêtes élevées ou de terrains bas. La pente approximative d'un flanc de montagne peut être donnée en degrés ou en pourcentage.

Elévation: l'altitude de l'endroit où se développe l'incendie constitue une information importante pour prévoir le comportement futur du feu et pour évaluer les difficultés de combat (accessibilité, fatigue des combattants et présence de points d'eau). L'élévation du terrain est exprimée en pieds et on l'établit à l'aide d'une carte topographique.

Exposition: si le feu se propage à flanc de montagne, il est important de noter l'exposition de la pente par rapport aux points cardinaux.

4) Localisation des points d'eau

Un point d'eau est identifié comme étant une source d'approvisionnement en eau susceptible d'alimenter une motopompe de façon continue ou intermittente. L'observateur doit noter la distance qui sépare le point d'eau de la tête de feu ainsi que la dénivellation de terrain entre ces deux endroits. L'étude de la topographie fournit souvent des indices valables sur la présence de points d'eau (lacs, rivières ou ruisseaux, marécages, etc.).

5) Structure du sol

Les renseignements sur la structure du sol peuvent aider à évaluer la gravité des feux de profondeur et les obstacles à la construction de lignes de suppression, compte tenu de l'équipement devant être utilisé. Les observations pertinentes doivent nécessairement être recueillies sur les lieux de l'incendie. Il faut noter l'épaisseur de l'humus et signaler la présence de racines ou de roches.

6) Conditions météorologiques existantes

L'évaluation des conditions météorologiques locales pour la journée en cours et la combinaison des différentes variables observées (vitesse et direction du vent, niveaux de température et d'humidité) constituent autant de prérequis pour planifier les opérations de combat. Les changements soudains que connaissent ces facteurs commandent souvent la modification des stratégies de première heure. Les données météorologiques peuvent être recueillies à la station la plus rapprochée ou à un poste d'observation temporaire installé à proximité de l'incendie.

7) Moyens d'accès au feu

L'accessibilité d'un feu de forêt est souvent définie comme étant la distance de marche forcée qui sépare le foyer d'incendie de

l'endroit atteint grâce à un moyen quelconque de transport motorisé. Dès lors, on comprend pourquoi il est nécessaire de localiser des moyens d'accès rapides, susceptibles de conduire les équipes de lutte le plus près possible de l'incendie, compte-tenu évidemment du potentiel du feu et du coût relatif du transport.

L'observateur doit s'efforcer de trouver tous les moyens d'accès possibles afin d'identifier celui qui lui semble le plus avantageux: routes, sentiers, héliports naturels, lacs accessibles par différents types d'hydravions,rivières, etc. De plus, il doit indiquer le meilleur endroit pour déposer les combattants et donner l'orientation des sentiers que ces derniers pourraient être appelés à construire. La connaissance de toutes ces informations contribue à augmenter la vitesse avec laquelle les effectifs et l'équipement seront acheminés vers l'incendie. Mentionnons également qu'il serait prudent de localiser les voies de retraite possibles pour les combattants en cas d'urgence et même, de spécifier les moyens d'évacuation disponibles.

Il est toujours préférable de localiser les facilités d'accès du haut des airs parce qu'il est alors plus facile d'identifier celui qu'il faudra retenir. Si les chemins forestiers ne semblent pas entretenus, il est recommandé de les survoler à basse altitude pour en vérifier les conditions.

En recherchant les moyens d'accès, l'observateur pourrait en profiter pour localiser les barrières artificielles susceptibles de servir comme ligne de suppression. C'est pourquoi la présence de toutes les voies de pénétration existantes devrait être notée, même celles qui ne seront d'aucune utilité pour le transport des combattants.

8) Valeur des biens à protéger

Lorsqu'il existe plusieurs foyers d'incendie ou qu'un feu atteint des proportions importantes, il peut arriver que la protection de vies humaines, d'habitations ou d'ouvrages techniques devienne prioritaire par rapport à d'autres objectifs, modifiant radicalement la stratégie

de l'attaque et dictant une nouvelle affectation des combattants et de l'équipement. De façon à éviter de négliger indûment les opérations normales de combat, le chef de lutte devra toutefois, au moment du choix des biens à protéger, établir un ordre de priorité en se basant sur l'échelle suivante:

1 - Vie humaine;
2 - Biens industriels (usine, ponts, camps, bois empilé, matériel de combat, etc.);
3 - Equipement récréatif (parcs, réserves fauniques, camps de pêche, etc.);
4 - Plantations;
5 - Régénération;
6 - Peuplements mûrs.

4.1.2 Renseignements d'ordre général

Les informations recueillies sur les lieux de l'incendie doivent être complétées par des renseignements plus généraux que détiennent en permanence les organismes de protection des forêts contre le feu. Ces renseignements concernent des facteurs qui ne sont pas liés directement à l'incendie à combattre, mais qui présentent un grand intérêt pour la confection d'un plan d'attaque. Ces facteurs sont la période de l'année et du jour, les prévisions météorologiques, les indices de sécheresse et de danger, l'équipement de combat et la main-d'oeuvre disponibles.

1) Période de l'année et du jour

Le comportement d'un incendie forestier varie en fonction des caractéristiques propres à chaque saison et à chaque période de la journée. Les spécialistes de la protection des forêts doivent savoir adapter leur stratégie aux conditions que l'on retrouve habituellement à telle ou telle autre période de la saison de protection ou de la journée.

L'humidité relative, la température et l'insolation influencent de façon différente les combustibles forestiers au cours de la

période qui s'étend du mois d'avril au mois de novembre. Le printemps, par exemple, a la réputation d'être particulièrement propice au déclenchement et à la propagation d'un incendie parce que la nouvelle végétation est encore absente et que les petits combustibles de surface se dessèchent facilement. Le moment de l'attaque, l'urgence des interventions, le choix des méthodes de lutte et l'intensité de leur application devront donc s'adapter aux circonstances de temps et de lieu.

Nous avons vu que durant la journée, les variables qui conditionnent la propagation du feu fluctuent en fonction du cycle journalier de brûlage. Ainsi, durant les premières heures du matin, les opérations de lutte sont nettement favorisées par rapport à la période d'intensité maximum qui survient l'après-midi. C'est en tenant compte de ces particularités que la séquence des opérations de combat pourra être fixée de façon plus rationnelle.

2) Prévisions météorologiques

Les prévisions sur les conditions météorologiques (température, précipitation, humidité relative, nébulosité, vent et carte météorologique) constituent des informations précieuses, voire même indispensables, pour la préparation d'un plan d'attaque qui doit être mis en application le lendemain. Ces renseignements permettent de solutionner à l'avance les problèmes reliés à la réquisition d'effectifs et d'équipement supplémentaires ainsi qu'au choix d'une stratégie d'attaque.

Les données prévisionnelles sur les conditions météorologiques sont transmises quotidiennement aux diverses régions du Québec par un service appelé FORET-METEO. Celui-ci émet tôt le matin (vers 8h30) un bulletin atmosphérique pour la journée. Vers 10heures30, il fournit un autre bulletin pour préciser les conditions du jour et donner une évaluation pour 72 heures. Enfin, vers 16h, un dernier message est envoyé pour donner les conditions du soir et du lendemain, ainsi que l'évolution prévue pour le surlendemain. Sur demande spéciale, FORET-METEO est en mesure de préparer des prévisions météorologiques particulières pour un endroit bien spécifique.

3) Indices de sécheresse et de danger

Nous avons déjà fait mention des difficultés d'observer l'état des combustibles. Les indices de sécheresse et de danger de feu permettent d'évaluer de façon indirecte ce facteur; ils prennent en considération l'effet cumulatif de certains éléments atmosphériques (vent, précipitation, température, humidité relative et évaporation) sur les combustibles forestiers. La connaissance de ces indices peut aider le chef de lutte à prévoir le comportement futur de l'incendie, à fixer ses priorités et à déterminer le personnel et le matériel requis.

L'indice de danger du feu constitue une indication du danger potentiel de feu dans un combustible standard. Il est exprimé par un nombre absolu qui varie de 0 à 251, à mesure que diminue le contenue en humidité des matériaux ligneux. FORET-METEO fournit aux organismes de protection un rapport journalier sur le niveau de l'indice de danger du feu. Un premier bulletin donne vers 10h30 une prévision d'indices pour une période de 36 heures et précise les indices du jour et du lendemain. Vers 16h , un second rapport fournit une prévision d'indices pour une période de 48 heures, précise les indices du lendemain et fournit des aperçus pour les indices du surlendemain.

L'indice de sécheresse détermine pour sa part l'effet de la précipitation sur la teneur en humidité des combustibles grossiers; il est exprimé par un nombre absolu variant de 0 à 25. Cet indice croît ou diminue selon la quantité de pluie tombée chaque jour. L'indice 0 représente une teneur en humidité suffisante pour empêcher les gros combustibles de s'enflammer.

4) Disponibilité en équipement de combat

Pour élaborer un plan d'attaque réaliste, il n'est pas tout de connaître les éléments qui influencent le comportement de l'incendie ou l'application des méthodes de lutte. Des informations sur les ressources de combat utilisables s'avèrent indispensables pour planifier une attaque; la nature, la localisation et la quantité d'équipement de

lutte disponible, ainsi que la rapidité avec laquelle il peut être acheminé sur les lieux de l'incendie constituent les principaux renseignements à recueillir ou à consulter. En général, les organismes de protection tiennent à jour la description de l'équipement de combat disponible dans les diverses régions du Québec ainsi que le nom des propriétaires.

Le facteur équipement est tellement important à considérer que le chef de lutte qui négligerait cet aspect risquerait d'être incapable de mettre en oeuvre son plan d'attaque à cause de la carence ou de l'inadaptation du matériel de lutte dont il dispose effectivement.

5) Main-d'oeuvre utilisable

Le nombre d'hommes utilisables, leurs qualifications et leur état physique au moment de leur arrivée sur les lieux de l'incendie constituent quelques-unes des informations absolument nécessaires à la confection d'un plan d'attaque. Par exemple, il serait inutile de prévoir la construction d'une ligne d'arrêt à l'aide d'un bulldozer si l'on ne dispose pas d'un chef d'équipe compétent et d'opérateurs expérimentés. De plus, il est tout aussi indispensable de prévoir des effectifs de réserve susceptibles de remplacer les combattants trop fatigués.

Les renseignements sur la main-d'oeuvre disponible doivent eux aussi être compilés à l'avance par le responsable local de l'organisme de protection.

4.2 ANALYSE DE L'INCENDIE

Une fois que tous les renseignements de base ont été cueillis, le chef de lutte doit procéder à leur analyse détaillée afin d'arrêter la stratégie du combat. Cette analyse constitue l'opération de planification la plus délicate à réaliser parce qu'elle exige une bonne expérience du combat des feux et une connaissance approfondie des principes de pyrologie forestière. Il sera d'abord nécessaire de mesurer l'interaction des différents facteurs observés et de les placer dans leur véritable perspective. On évitera en particulier d'accorder une trop grande importance aux éléments qui n'exercent qu'une influence mineure sur le comportement de l'incendie.

L'analyse d'un incendie important exige du chef de lutte des attitudes mentales et une compétence particulière pour la prise de décisions souvent complexes. Il doit donc être sensible à percevoir l'état de la situation et à évaluer l'importance relative de chaque facteur; de plus, il doit posséder beaucoup d'originalité et d'imagination pour élaborer différentes stratégies de combat. Pour faire face à ces exigences, il faut nécessairement utiliser un cheminement systématique capable de replacer chaque facteur observé dans sa véritable perspective.

L'analyse doit tenir compte de l'évolution de la situation, d'où la nécessité de disposer de renseignements additionnels plus conformes à la dynamique du feu et de son environnement. Dès lors, il s'avère indispensable d'établir des mécanismes de révision des données accumulées afin que le chef de lutte puisse connaître en tout temps l'évolution des facteurs qui affectent le déroulement des opérations de combat. Ces observations supplémentaires pourront être recueillies par des reconnaissances aériennes ou par une surveillance au sol exercées au besoin.

L'analyse de l'incendie est effectuée en quatre étapes consécutives qui forment un cheminement logique, à savoir: la définition du problème, la recherche de stratégies convenables, la projection et la comparaison des résultats des stratégies retenues et enfin, l'évaluation et le choix d'un plan d'attaque immédiat.

Avant de décrire chacune des quatre étapes citées dans le paragraphe précédent, précisons que ce processus d'analyse ne devra pas être rejeté même s'il apparaîtra plutôt théorique et que son application intégrale risquera d'être difficile à réaliser.

4.2.1 Définition du problème

Cette première étape de l'analyse consiste essentiellement à définir clairement les difficultés qu'il faut résoudre pour éteindre l'incendie. Le chef de lutte doit s'assurer qu'il a suffisamment perçu la nature de la situation et les éléments qui la caractérisent, sans quoi il risque de rendre inutiles les étapes suivantes de l'analyse.

Pour cette raison, on suggère de répondre aux trois questions suivantes: 1) Quels sont les objectifs de l'attaque ? 2) Quels sont les obstacles qui empêchent d'atteindre ces objectifs ? 3) Quelles sont les caractéristiques d'une bonne stratégie d'attaque ?

1) Objectif de l'attaque

Il est bien certain que le résultat recherché par le chef de lutte est l'extinction complète de l'incendie. Toutefois, cet objectif ne peut être atteint dans une même opération que sur les petits feux. En général, il est préférable de réduire et de simplifier autant que possible les difficultés à rencontrer en les abordant les unes après les autres. On pourra ainsi passer successivement d'un objectif très général, comme l'extinction complète du feu, à des objectifs de plus en plus limités, jusqu'à ce qu'on isole un ou des problèmes pour lesquels on recherchera une solution adéquate.

Dans le chapitre 2, nous avons vu que le travail de lutte contre les feux de forêt était subdivisé en trois phases distinctes appliquées consécutivement ou simultanément et caractérisées par des objectifs et des opérations bien définies. Ces phases sont l'attaque initiale, la maîtrise et l'extinction. Rappelons brièvement ces objectifs et remarquons comment ils sont trop généraux ou imprécis pour être utilisés comme tel sur un grand feu:

Attaque initiale: contenir l'incendie dans le plus court délai possible, avec le minimum de destruction et de travail.
Maîtrise: arrêter définitivement la propagation du feu avant la période d'intensité journalière maximum du lendemain.
Extinction: faire cesser complètement l'incendie.

Chacun de ces trois objectifs peut être détaillé avec profit. Par exemple, au moment de l'attaque initiale, le chef de lutte peut vouloir contenir l'incendie en se donnant comme objectif opérationnel de construire une ligne d'arrêt d'un point à un autre. C'est à ce moment là seulement,qu'il pourra concrètement évaluer les difficultés à surmonter.

2) Identification des obstacles qui empêchent de réaliser les objectifs définis.

En examinant attentivement la situation, le chef de lutte peut distinguer des obstacles majeurs qui nuisent à la réalisation de son objectif immédiat.

Un obstacle est considéré comme étant une variable future indépendante, c'est-à-dire *un facteur qui échappe au contrôle et à l'influence du chef de lutte*. Dans l'exemple mentionné précédemment, soit la construction d'une ligne d'arrêt au moment de l'attaque initiale, l'acheminement d'un bulldozer au point de départ de la ligne ne constitue pas un véritable obstacle, puisque le chef de lutte peut exercer son action sur cette opération. Cependant, le comportement futur de l'incendie, soit son orientation et sa vitesse de progression, représente un véritable phénomène indépendant susceptible de nuire à la confection de la ligne. On voit donc l'importance de prévoir l'évolution du feu, d'évaluer son potentiel afin de mieux identifier les obstacles à surmonter.

Evaluation du potentiel de l'incendie

La préparation d'un plan d'attaque oblige le chef de lutte à penser le plus possible en termes de conditions futures, car l'exécution d'un plan s'échelonne sur une période de temps plus ou moins longue au cours de laquelle la situation peut se transformer radicalement. Un aspect important de l'élaboration d'un plan réside donc dans l'analyse de l'incendie et dans la prévision de son comportement. Toutefois, les observations directes ne permettent pas de mesurer la gravité d'un feu et de prévoir son comportement futur. Il faut donc déduire ces renseignements à partir des données statiques disponibles. La direction du feu, sa vitesse de propagation et ses possibilités d'expansion ou de destruction constituent les trois principaux éléments prospectifs nécessaires pour préparer un plan d'attaque.

i) Direction du feu

Pour prévoir la direction future d'un incendie, il faut intégrer les données sur l'orientation du vent, la nature des combustibles environnants et l'inclinaison des pentes. On est porté à croire que le vent constitue le principal facteur à considérer pour évaluer la direction probable d'un feu; cependant, il ne faudrait pas oublier que la distribution des différents types de combustibles et l'effet des pentes suffisent parfois à favoriser le développement d'un incendie perpendiculaire à la direction du vent.

ii) Vitesse de propagation

Il est impossible de déterminer la dimension et la forme que prendra l'incendie si ce n'est en évaluant sa vitesse de propagation. Cette information doit servir à fixer les priorités de l'attaque et à déterminer la localisation des lignes d'arrêt.

La vitesse de propagation du feu est fonction de la combinaison des mêmes facteurs que ceux qui gouvernent son orientation, soit la vitesse du vent, les combustibles et les pentes. Elle exprime habituellement la progression linéaire de la tête d'un feu, progression exprimée en pieds ou en chaînes à l'heure. Cependant, comme il n'est pas facile de chiffrer exactement la vitesse de propagation d'un incendie, on la classe selon l'une des trois catégories suivantes:

RYTHME DE PROGRESSION	VITESSE APPROXIMATIVE
Lent:	moins de 500 pieds à l'heure
Rapide:	entre 500 et 5,000 pieds à l'heure (le feu a tendance à sauter)
Très rapide:	plus de 5,000 pieds à l'heure

Même si l'on pouvait évaluer à l'avance la vitesse de propagation du feu dans des conditions bien connues de vent et de pente, il serait imprudent d'appliquer ces valeurs à un incendie en particulier.

En effet, le taux de progression peut aussi varier selon la période de la journée.[1] Par conséquent, en évaluant la vitesse de propagation d'un feu, il faut toujours agir avec précaution et se garder une certaine marge de sécurité.

iii) Possibilités d'expansion ou de destruction

Les informations sur la nature et la distribution des combustibles situés dans le champ de développement de l'incendie, ainsi que leur état de dessèchement et de résistance au feu, outre les prévisions météorologiques et la présence ou l'absence d'obstacles naturels pour le feu, permettent d'évaluer avec une bonne probabilité si l'incendie a de bonnes chances de se répandre, ou si, au contraire, il peut être limité et même éteint, et au prix de quels efforts.

La présence d'un lac, d'une route ou d'un peuplement feuillu indique généralement que les possibilités d'expansion du feu en direction de ces obstacles sont peu élevées. Par contre, elles apparaissent très grandes lorsque le feu se dirige vers des combustibles plus critiques, comme un bûché par exemple.

3) Caractéristiques d'une bonne stratégie

Il n'est pas rare qu'une stratégie de combat ne soit acceptable que si elle satisfait certaines conditions, certaines limites ou certaines contraintes. Il importe donc, au départ, de préciser ces limites pour éviter d'élaborer un plan d'attaque inutile parce que non réalisable. Parmi les contraintes les plus souvent rencontrées, mentionnons le facteur temps, les ressources disponibles (effectifs et matériel), le coût de l'opération, les activités en cours et les lois et règlements existants.

Si, par exemple, au moment de l'attaque initiale, on ne dispose pas de tous les effectifs et de tout le matériel requis pour enrayer la progression de l'incendie, toute tentative pour y arriver est alors

1 *On se réfère ici au cycle journalier de brûlage.*

vouée à l'échec dès le départ. Dans ces circonstances, il faut se limiter à définir des objectifs particuliers, tenant compte des ressources de combat disponibles et de l'efficacité plus probable d'une intervention mineure.

Les objectifs particuliers ou immédiats d'un plan d'attaque initial pourraient être de protéger un peuplement de grande valeur (plantations et arbres semenciers) ou des installations d'exploitation forestière (camps, écluses, ponts), d'éviter la destruction d'empilements de bois ou de pièces de machinerie lourde qui ne pourraient pas être déplacés rapidement ou encore, de contenir une partie du périmètre de l'incendie située en bordure d'un chemin, d'une rivière ou d'un ruisseau afin de l'empêcher de s'étendre au-delà des lignes d'arrêt immédiatement disponibles.

Même au moment de l'attaque initiale, il faut être prêt à reconsidérer les objectifs définis après la première analyse de la situation, car un changement de circonstances peut toujours commander la modification des objectifs de combat. Par exemple, l'arrivée de renforts pourrait permettre de commencer la deuxième phase de l'attaque du feu dans le but de le maîtriser définitivement.

Ce changement d'objectif pourrait également s'avérer nécessaire si un feu, après avoir été contenu pendant un certain temps par les équipes d'attaque initiale, augmente subitement ou graduellement en intensité sous l'action des facteurs atmosphériques ou d'une modification des combustibles, pour prendre finalement des proportions hors de contrôle; le responsable de la lutte devra alors abandonner l'attaque globale contre l'incendie pour concentrer ses effectifs de combat sur des points précis. L'objectif de l'attaque ne serait plus alors d'empêcher le feu de s'étendre, mais bien de tenter de réduire au minimum les dommages à la forêt ou à d'autres biens de grande valeur.

En définitive, il faut se garder d'être trop optimiste pendant l'élaboration des objectifs d'un plan d'attaque. Il est essentiel de tenir compte des limites physiques des combattants et de l'équipement

de lutte. Les objectifs ne doivent surtout pas être ambitieux au point de compromettre la sécurité des ressources de combat. Rappelons enfin qu'à chaque nouvelle analyse de la situation, les trois questions mentionnées précédemment devraient être reprises.

4.2.2 Recherche de stratégies convenables

Il arrivera assez fréquemment que le chef de lutte trouve plusieurs solutions ou stratégies pour atteindre un objectif de lutte particulier. La chose est courante et même souhaitable. Le chef de lutte s'efforcera, au besoin, de dresser la liste de toutes les stratégies possibles de façon à identifier, par élimination, la solution idéale, c'est-à-dire celle qui convient aux nécessités du moment. Pour établir cette liste de solutions, le chef de lutte peut recourir à certains moyens élémentaires.

L'application intégrale des principes de base du combat des incendies forestiers constitue une première référence. Le passé en est une autre: le chef de lutte peut recourir à son expérience personnelle, comme il peut aussi puiser à l'expérience des autres pour en tirer d'utiles leçons.

Outre la théorie et le passé comme sources de stratégies, il reste l'imagination et l'originalité, qualités qui ne manquent pas à certains individus et qui constituent des atouts lorsqu'il s'agit de découvrir les moyens les plus appropriés pour faire face à des situations d'urgence ou à des problèmes inusités.

A titre d'exemple, reprenons encore l'objectif de contenir un incendie à l'aide d'une ligne d'arrêt. Cette ligne peut être établie au moyen d'outils manuels, d'un bulldozer, d'une charrue ou même d'un avion-citerne. De plus, les méthodes directes et indirectes peuvent être utilisées. Enfin, si la méthode indirecte est retenue, plusieurs endroits peuvent se prêter à la construction d'une ligne d'arrêt. Toutes ces possibilités constituent autant d'éléments de solution qu'il faudra vérifier avant de choisir une stratégie particulière.

4.2.3 Projection et comparaison des résultats des stratégies retenues

Une fois que le chef de lutte a réussi à identifier un certain nombre de solutions ou de stratégies convenables, se pose le problème du choix de celle qu'il devra mettre en oeuvre. Mais avant de prendre une décision, celui-ci doit d'abord projeter et comparer les conséquences des stratégies retenues afin d'évaluer leur efficacité. Pour ce faire, il faut déterminer en premier lieu les éléments qu'il importe de projeter, réaliser ensuite des prévisions objectives et troisièmement, établir des probabilités subjectives.

1) Détermination des éléments à projeter

En projetant les conséquences d'un mode d'intervention, le chef de lutte est intéressé à examiner dans quelle mesure seront atteints les buts ou les objectifs fixés. En outre, plusieurs plans proposés pourraient risquer d'entraîner des effets allant à l'encontre des objectifs poursuivis. Par exemple, il y a lieu de s'interroger sur l'à-propos d'un contre-feu qui échapperait aux combattants.

Comme il est pratiquement impossible de prévoir tous les éléments concernés par les conséquences de l'application d'une stratégie, il faut donc s'appliquer à reconnaître les facteurs décisifs pour y concentrer son attention. On retiendra, d'une part, les facteurs majeurs reliés à la situation en cause et, d'autre part, les différences essentielles qui existent entre les solutions retenues. Ces éléments importants sur lesquels il sera utile de concentrer les efforts de prévision pourraient être les chances de réussite d'un contre-feu, l'efficacité de l'arrosage aérien, la possibilité pour une barrière naturelle d'arrêter l'incendie, les avantages respectifs de différents points ou méthodes de lutte, etc.

2) Prévisions

Le résultat d'une attaque dirigée contre un feu de forêt est le fruit de l'activité, fortuite ou non, de plusieurs groupes de combat-

tants et de nombreux phénomènes naturels. L'influence de ces facteurs n'est pas sans intérêt puisqu'ils peuvent intervenir et influencer le cours des évènements. Les projections nécessaires à l'analyse doivent donc porter à la fois sur les conditions soumises à notre influence et sur celles qui y échappent. La façon de réaliser ces prévisions a déjà été expliquée précédemment.

Ces prévisions seraient faciles à établir si la pyrologie forestière pouvait faire l'objet d'un modèle mathématique, mais l'absence de théorie valable oblige le chef de lutte à recourir à l'intuition et à l'expérience. Il convient donc de recommander au moins la prudence et la réserve, étant données les erreurs auxquelles l'intuition peut donner lieu.

e) Etablissement des probabilités subjectives

Comme notre pouvoir de prévision est forcément très limité, les projections que nous établissons sont toutes plus ou moins incertaines. Le chef de lutte voudra peut-être apprécier l'importance de l'incertitude afin de se faire une idée de l'étendue du risque qu'il prend. Le plus souvent, il devra penser en termes de possibilités ou de chances que survienne un évènement précis. Cette évaluation ne peut être que subjective et donc contestable par d'autres individus. Dans le combat des feux, l'évaluation des chances de succès d'un contre-feu ou d'une ligne d'arrêt constituent deux exemples d'éléments qui comportent un risque dans leur application.

4.2.4 Evaluation et choix d'un plan d'attaque particulier

On pourrait croire qu'une fois traversée les trois étapes précédentes, le chef de lutte n'éprouvera aucune difficulté à prendre une décision sur la stratégie de combat à adopter. Ceci est rarement vrai dans la réalité. En effet, si les stratégies retenues répondent bien aux exigences de la situation, il est possible que nous nous retrouvions maintenant devant une grande variété de stratégies projetées, pouvant être appliquées à des époques différentes et avec des probabilités distinctes pour chaque époque. Pour arrêter définitivement le choix d'une

solution, il faut donc évaluer les résultats projetés puis les comparer entre eux.

1) Evaluation des résultats projetés

Si les résultats de certaines stratégies d'attaque ont pu être quantifiés (en terme de temps et de coût), il est alors facile de les comparer et de choisir les plus désirables. Il en est d'autres toutefois dont l'évaluation est moins simple parce que des éléments intangibles apparaissent dans les projections. Il faut alors se contenter de comparer les résultats à un système de valeur comme nous le verrons ci-après.

2) Comparaisons

Pour évaluer par comparaisons si un ensemble de conséquences peut être préférable à un autre, il faut utiliser un système de valeur basé sur l'une ou l'autre des approches suivantes:

Les valeurs marginales respectives: on recherche ainsi la stratégie qui fournit relativement un peu plus d'avantages que les autres.

La satisfaction: on peut désirer parvenir à un résultat que dans une certaine mesure seulement; passé un certain cap, on trouverait peu de satisfaction supplémentaire dans d'autres stratégies. Ce cas se présente souvent lorsqu'on peut employer indifféremment les méthodes directe ou indirecte.

Risque maximum accepté: ce risque maximum constitue un obstacle infranchissable pour le chef de lutte. Par exemple, celui-ci peut rejeter diverses solutions parce qu'il n'est pas prêt à prendre le risque d'allumer un contre-feu.

4.3 CONFECTION DU PLAN D'ATTAQUE

Aussitôt que l'analyse globale de la situation a été complétée et qu'une solution a été retenue, le chef de lutte doit procéder le plus rapidement possible à la confection du plan d'attaque de l'incendie. A la lumière des renseignements compilés et analysés, celui-ci est en mesure de planifier une action intelligente, adaptée aux conditions existantes et à venir.

Il est préférable de consacrer un peu de temps à préciser les détails de la stratégie choisie dans le but de tirer le meilleur profit possible des ressources humaines et matérielles disponibles, que de tenter, sous prétexte qu'il faut agir rapidement, une attaque au hasard, impliquant dans bien des cas un volume de travail aussi considérable qu'improductif. Un bon plan écarte généralement les possibilités d'échec; ces dernières constituent plutôt la rançon d'une improvisation au moment du déclenchement de l'attaque. De plus, l'existence d'un plan aide énormément à stimuler les combattants car ceux-ci peuvent mieux situer leur participation à la réalisation des opérations de combat.

Le processus de planification décrit précédemment s'avérera surtout utile pour combattre les feux d'importance. Dans la majorité des cas, le chef de lutte doit cependant faire face à un incendie de faible superficie. La préparation d'un plan d'attaque demeure néanmoins primordiale, mais il n'est pas alors nécessaire d'y consacrer autant de temps; la planification peut donc se faire très rapidement, surtout lors de l'attaque initiale. Souvent, le chef de lutte n'aura pas à traverser toutes les étapes du processus décrit plus haut puisqu'il atteindra instinctivement un résultat satisfaisant s'il est très expérimenté dans le combat des petits feux de forêt.

Mentionnons qu'il n'est pas nécessaire que le plan d'attaque soit élaboré par écrit. L'important, c'est que le chef de lutte connaisse précisément les objectifs immédiats de son action, qu'il les transmette clairement à ses subordonnés, qu'il soit en mesure de répartir ses effectifs en fonction des points d'attaque retenus et enfin, que la stratégie globale du combat lui apparaisse clairement à l'esprit.

S'il faut prévoir un délai considérable pour réunir les effectifs et le matériel et pour les transporter sur les lieux de l'incendie, l'attaque doit alors être planifiée en fonction des conditions probables au moment de la première intervention; le plan tiendra donc compte de la période durant laquelle le feu aura progressé librement.

Les différentes étapes de l'analyse ont laissé entrevoir quel pouvait être le contenu du plan d'attaque. En général, un tel plan énonce clairement les objectifs particuliers à atteindre, identifie les points d'attaque, expose les méthodes de combat à utiliser, répartit les effectifs et le volume d'équipement et enfin, fixe la séquence des opérations de lutte.

4.3.1 Enoncé des objectifs immédiats

Un des principaux avantages de la méthode d'analyse d'un incendie préconisée dans ce chapitre est de permettre l'identification d'objectifs opérationnels précis. Il est important que chaque groupe de combattants sache exactement quels sont les résultats qu'il recherche et comment son action s'insère dans l'effort collectif fourni pour atteindre les buts visés.

A titre d'exemple, on pourrait énoncer que pour un feu de grandes dimensions, le but quotidien de la lutte consiste à créer une zone que l'incendie ne pourra pas franchir et qui servira, le lendemain, de nouveau tremplin pour tenter de circonscrire la tête du feu. A titre d'exemple, ceci peut impliquer deux objectifs immédiats pour une période donnée, soit d'abord maîtriser les flancs en progressant vers la tête du feu et ensuite relier entre elles les différentes barrières naturelles de manière à former une ligne de suppression que l'incendie ne pourra pas franchir.

4.3.2 Identification des points d'attaque

Il est rare que l'on dispose de suffisamment de ressources de combat pour attaquer un incendie sur l'ensemble de son périmètre. Il

faut plutôt procéder à un choix judicieux des points d'attaque en vue de concentrer l'action des combattants aux endroits où une intervention s'avérera la plus utile et la plus efficace. Ce choix de points d'attaque doit être réalisé au moment de l'analyse globale de l'incendie parce qu'il est basé sur une évaluation détaillée des renseignements recuillis sur les conditions du feu. Lors de l'attaque initiale, on devra toujours procéder au choix définitif des points d'attaque sur les lieux mêmes du feu, juste au moment de passer à l'action.

Les points d'attaque retenus ne devraient pas être modifiés par des pressions susceptibles de fausser la stratégie globale de la lutte contre l'incendie. Par exemple, il faudrait éviter le risque de voir un incendie s'échapper sous prétexte qu'il faille protéger un chalet de villégiature n'ayant pas de valeur en y concentrant le peu de ressources de combat disponibles.

Au cours de la période d'extinction finale, le choix du point d'attaque ne se pose plus avec la même acuité. Tout en exerçant une patrouille continuelle le long des lignes de suppression, les combattants travaillent alors à éteindre définitivement les quelques foyers qu'ils rencontrent à proximité, quelle que soit leur localisation. Les travaux d'extinction proprement dits peuvent être entrepris à l'intérieur du périmètre du feu d'une façon systématique ou en recherchant les points menaçants qui se manifestent par un dégagement de fumée.

4.3.3 Exposé des méthodes de combat à utiliser

En procédant à l'analyse de l'incendie, le chef de lutte a pu identifier la nature des interventions qui seront requises sur les différentes parties du périmètre. Le plan d'attaque doit, pour sa part, exposer de façon plus précise laquelle des deux méthodes de combat sera appliquée à chaque point d'attaque; de plus, il doit prévoir à l'intention des chefs d'équipe les critères qui leur permettront de passer d'une méthode à une autre[1], sans avoir à consulter le chef de lutte. Une telle précaution évitera à ce dernier l'obligation de procéder à une nouvelle

---

1 *Ces critères ont été décrits dans le chapitre 2.*

analyse de la situation à la suite de changements mineurs dans les conditions du feu sur une faible portion de son périmètre.

4.3.4 Répartition des effectifs et de l'équipement

La cueillette des données de base réalisée un peu plus tôt a permis de faire l'inventaire des ressources de combat utilisables. D'autre part, l'analyse de la situation conduit à déterminer le nombre et la qualité des combattants et de l'équipement requis ainsi que le moment où ils pourront être acheminés sur les lieux de l'incendie.

Il arrive souvent que les effectifs disponibles ne correspondent pas avec le nombre de combattants requis. En général, il est difficile de recruter autant d'hommes qu'il serait nécessaire au moment de l'attaque initiale. Dans d'autres circonstances, le chef de lutte ne peut retenir qu'une partie seulement des hommes disponibles à cause de leur trop grand nombre. Dans les deux cas, une stratégie différente d'attaque devra avoir été élaborée pour tenir compte de ces variables.

Si l'on est contraint d'organiser l'attaque avec un minimum d'effectifs, il est quand même nécessaire de prévoir dès le départ les sources éventuelles de renfort et d'aviser les personnes concernées que leurs services pourraient s'avérer nécessaires si les circonstances venaient à l'exiger. Un réseau de communication devrait donc permettre de contacter rapidement les effectifs de réserves les plus rapprochés de l'incendie afin qu'ils puissent intervenir sans tarder.

Lorsque le nombre d'hommes disponibles dépasse de beaucoup les besoins en combattants, il faut bien se garder d'en recruter plus que nécessaire. En plus d'accroître démesurément les frais de lutte, on risquerait d'entraîner des retards inutiles dans le transport et de provoquer de la confusion sur les lieux mêmes de l'incendie. Le chef de lutte doit néanmoins s'assurer qu'il peut compter sur un nombre suffisant d'hommes pour entreprendre le combat sans toutefois perdre un temps précieux à attendre quelques retardataires. Lorsqu'il sera possible de choisir les combattants, on tâchera de prendre les hommes les plus qualifiés pour travailler avec l'équipement qui sera utilisé.

La répartition des effectifs et de l'équipement de combat doit être prévue dans le plan d'attaque en tenant compte des facilités d'accès au feu, des moyens de transport qui peuvent être utilisés et de la nature et du volume des travaux à exécuter. Il devrait toujours y avoir suffisamment de matériel de lutte pour équiper au moins convenablement la main-d'oeuvre engagée. Mais si l'outillage ou l'équipement léger (motopompes portatives, boyaux, scies mécaniques, etc.) doit être transporté à dos d'homme sur une distance assez considérable, il faudra alors éviter de traîner tout surplus de matériel qui contribuerait à retarder indûment le moment de l'attaque. Si par contre, le matériel peut être transporté à proximité du feu à l'aide de véhicules, il serait sage de constituer une certaine réserve comprenant surtout de l'équipement motorisé et des boyaux, toujours sujets à des défectuosités. Lorsque de la machinerie lourde est requise, il faut en plus prévoir des moyens de transport adéquats et déterminer la voie d'accès la plus rapide pour l'acheminer sur les lieux de l'incendie.

Si le chef de lutte décide de recourir aux avions-citernes, il doit avant tout s'assurer d'être en mesure d'entrer en contact-radio avec les pilotes. Cette précaution est essentielle pour garantir le succès de leur intervention. Afin de faire face aux imprévus qui ne manqueront pas de se présenter sur les feux de grandes dimensions, il sera aussi nécessaire d'établir des communications directes par radio entre les différentes équipes ou section de combat et le bureau local de l'organisme de protection des forêts.

En faisant la répartition des effectifs et du matériel, il faut considérer qu'une attaque initiale intensive s'avère toujours plus économique à long terme. Il est souvent mieux d'avoir un léger surplus de ressources de combat que de risquer de voir un feu s'échapper parce que l'évaluation des forces requises avait été sous-estimée. En dernier lieu, le plan d'attaque doit définir les principales caractéristiques de l'organisation de lutte. Ce sujet sera cependant traité dans le chapitre 10.

4.3.5 Séquence des opérations de lutte

Les opérations nécessaires pour arrêter la progression, et ultimement pour éteindre un incendie forestier, ne peuvent pas être les mêmes dans toutes les circonstances. La nature d'une intervention à réaliser dépend d'abord du caractère d'urgence de la situation, ensuite des caractéristiques qui conditionnent la progression du feu et enfin, d'une multitude de détails que le chef de lutte doit analyser comme,l'importance, l'état et la localisation des ressources de combat.

La phase d'analyse de l'incendie permet au chef de lutte d'établir des priorités avec le maximum de connaissances sur la situation. Mais quand vient le temps de fixer la séquence des opérations de lutte lors de la préparation du plan d'attaque, il est important de savoir qu'un feu de forêt peut se présenter dans différentes conditions ou stages de développement.

Si l'on se réfère aux trois phases du combat décrites dans le chapitre 3, soit l'attaque initiale, la maîtrise et l'extinction, on sait qu'ils servent de pont entre les quatre stades de développement d'un feu de forêt, soit hors contrôle,contenu, maîtrisé et éteint. Le schéma suivant rappelle brièvement les relations qui existent entre les conditions du feu et les différentes étapes de la lutte.

PHASES DU COMBAT		PHASES DE DEVELOPPEMENT DE L'INCENDIE
		1 - *Hors contrôle:* le feu progresse librement
1 - Attaque initiale	⟵	
	⟶	2 - *Contenu:* la progression naturelle du feu est arrêtée temporairement
2 - Maîtrise	⟵	
	⟶	3 - *Maîtrisé:* le feu ne progresse plus et persiste dans un périmètre fixe
3 - Extinction	⟵	
	⟶	4 - *Eteint:* aucun signe de combustion n'est perceptible

L'examen de ce schéma démontre clairement qu'on ne saurait se lancer à l'attaque d'un feu de forêt sans tenir compte du stade de développement où il se trouve, puisque la nature des opérations de lutte varie suivant la phase de la lutte à entreprendre. Par exemple, il arrive fréquemment qu'un feu de foudre soit graduellement contenu, maîtrisé et même éteint par la nature; mais si un tel incendie est découvert alors qu'il ne reste que quelques braises, les combattants procèdent alors directement à son extinction.

Au cours de l'analyse de l'incendie, le chef de lutte est amené à définir des objectifs qui tiennent compte de la réalité, c'est-à-dire du stade de développement atteint par le feu au moment de l'intervention initiale. Nous avons vu par l'exemple précédent, soit celui d'un feu de foudre, que la première phase de la lutte n'est pas nécessairement l'attaque initiale. Un plan d'attaque ne doit donc pas toujours prévoir le déroulement des opérations de lutte suivant une séquence uniforme.

Afin de mieux comprendre comment le stade de développement de l'incendie influence le contenu du plan d'attaque, examinons brièvement les principaux éléments à considérer pour chacun des trois premiers stades où une action s'avère nécessaire.

1) Le feu est hors contrôle

Nous savons déjà que l'intervention dirigée contre un feu de forêt qui progresse librement s'appelle l'attaque initiale et qu'elle a pour but de contenir l'incendie le plus rapidement possible après sa découverte. En déployant le minimum d'efforts grâce à un choix judicieux des points d'attaque et des méthodes de combat, on peut arriver à circonscrire l'incendie pendant une période de temps déterminée.

2) Le feu est contenu

Dès que le feu de forêt est cerné à l'intérieur de lignes de suppression, il faut alors s'assurer qu'il n'échappe pas aux combattants en modifiant la stratégie de l'attaque initiale. Pour cela, le chef de

lutte doit choisir méticuleusement les endroits dangereux où une surveillance étroite permettra de contenir l'incendie à l'intérieur des lignes d'arrêt établies. De façon générale, il faut chercher à maîtriser complètement l'incendie avant le début du cycle de brûlage suivant.

3) Le feu est maîtrisé

Lorsque le chef de lutte considère que l'incendie est maîtrisé, c'est-à-dire qu'il n'a aucune chance de s'échapper, il révise alors une dernière fois la stratégie du combat. Les opérations de patrouille et d'extinction définitive de l'incendie peuvent débuter aussitôt que le feu a été encerclé pour se poursuivre jusqu'à la nuit et reprendre s'il y a lieu tôt le lendemain matin.

4.4 REVISION DU PLAN D'ATTAQUE

Un plan d'attaque, avons-nous vu, sert à planifier la mise en oeuvre de la stratégie particulière de combat retenue à la suite d'une analyse sérieuse de l'incendie. Ce plan n'est jamais permanent; il devient rapidement désuet si l'objectif immédiat fixé au départ a été réalisé, si les conditions du feu évoluent différemment des prévisions, si un cycle de brûlage vient de se terminer, ou encore, si l'intervention s'est soldée par un échec.

La réussite d'un plan d'attaque constitue une condition suffisante pour entreprendre une nouvelle analyse de la situation et pour procéder à la révision du plan. Il n'est cependant pas nécessaire de reprendre le processus de planification au complet puisque les prévisions et les solutions envisagées au départ s'avèrent généralement valables dans ces conditions.

Dans les trois autres cas mentionnés précédemment, le chef de lutte doit recommencer au complet les trois étapes de planification décrites dans ce chapitre. En effet, comme l'objectif retenu n'a pu être atteint, il devient nécessaire d'évaluer les conséquences du retard qui en découlent.Ce phénomène se produit en général lorsque les projections

se sont avérées inexactes, que le chef de lutte a mal pesé certains risques ou encore que la décision sur le choix d'une stratégie n'a pas été prise avec toutes les informations requises.

5

établissement et surveillance des lignes de suppression

Nous avons vu dans les chapitres précédents que le but premier de la lutte contre les incendies de forêt est d'arrêter la progression du feu. Ceci ne peut être réalisé qu'en intervenant, de près ou de loin, sur une partie ou sur la totalité de la périphérie d'un incendie. L'établissement et la surveillance de lignes de suppression constituent effectivement les principales opérations exécutées en bordure d'un feu en vue de le maîtriser.

Avant d'aborder le sujet de ce chapitre, il est opportun de bien préciser ce que l'on entend par *ligne de suppression*. C'est une expression générale qui sert à désigner toute barrière naturelle ou artificielle contre le feu et, tous les travaux exécutés à la bordure d'un incendie en vue de le maîtriser. De façon plus spécifique, on appelle cependant *ligne d'arrêt* la partie d'une ligne de suppression établie manuellement ou mécaniquement en vue de maîtriser un feu de forêt.

Il est également important de distinguer les notions de ligne de suppression et de ligne d'arrêt, d'une technique utilisée en

aménagement forestier, soit le coupe-feu. Celui-ci désigne essentiellement une barrière pré-existante naturelle ou artificielle, qui a pour effet d'enrayer ou de retarder la propagation d'un éventuel feu de forêt et dont on tient compte lors de la préparation des plans d'attaque d'un incendie.

Le présent chapitre traitera de l'établissement des lignes de suppression et plus précisément, de la construction et de la surveillance des lignes d'arrêt. Les principales opérations qui seront discutées sont respectivement la localisation des lignes de suppression, la construction des lignes d'arrêt, le brûlage de nettoiement et la surveillance des lignes établies.

5.1 LOCALISATION DES LIGNES DE SUPPRESSION

Les méthodes d'attaque directe et indirecte requièrent toutes deux la construction de lignes de suppression. Avec la méthode directe, la ligne joue le rôle d'une bande de sécurité destinée à empêcher le feu de s'étendre. Par contre, avec la méthode indirecte, la ligne constitue plutôt une base à partir de laquelle des combustibles sont brûlés en vue de créer une zone de sécurité servant à maîtriser l'incendie.

Il n'est pas exagéré d'affirmer que le succès d'un plan d'attaque dépend en grande partie de la minutie avec laquelle les lignes d'arrêt ont été localisées et construites. Sur les feux importants, ces opérations font partie de la stratégie globale de la lutte; c'est pourquoi la localisation d'une ligne de suppression doit être basée sur l'évaluation des facteurs qui conditionnent le développement d'un feu et les opérations de lutte. Les plus significatifs sont la nature et la densité des combustibles, la topographie, l'influence des vents locaux, les barrières naturelles ainsi que la vitesse prévisible de propagation de la tête de l'incendie et de chacun de ses flancs.

Localiser une ligne de suppression consiste à *choisir* et à *marquer* son emplacement sur le terrain par rapport à la bordure du feu.

Dans le temps, il s'agit plus précisément de localiser une ligne d'une longueur suffisante pour exercer une action sur le feu avant que celui-ci ne l'ait rejoint; toutefois, l'espace compris entre la ligne et la bordure du feu doit être maintenu aussi étroit que possible afin d'empêcher une destruction excessive de végétation.

Quelle que soit l'importance d'un feu de forêt, quatre règles fondamentales devraient toujours être respectées en localisant une ligne de suppression:

- rechercher les endroits qui nécessiteront le moins de travail pour ériger la ligne, tout en offrant le maximum de possibilités pour maîtriser l'incendie;

- tirer avantage, dans la mesure du possible, des coupe-feu naturels et artificiels existants;

- harmoniser la vitesse de construction de la ligne avec le taux probable de progression de l'incendie;

- s'assurer que le brûlage pourra être effectué avec le minimum de risques lorsque la méthode indirecte est appliquée.

Discutons maintenant chacune des règles énoncées ci-dessus.

5.1.1 Rechercher les endroits les plus propices à la maîtrise d'un incendie

Les sites les plus propices à la maîtrise d'un feu de forêt sont généralement ceux où les travaux de construction peuvent être réalisés rapidement. De plus, les meilleurs tracés se situent aux endroits où la nature, la disposition, la densité et l'état des combustibles permettent de réaliser un brûlage qui dégage le minimum de chaleur par rayonnement.

Comme le plus important facteur à considérer dans la localisation d'une ligne de suppression est la possibilité effective de retenir

l'incendie à un lieu précis, on devrait éviter de localiser une ligne à un endroit où la proximité d'une accumulation de combustibles ainsi que l'effet du vent et de la pente pourraient inciter le feu à traverser la ligne par radiation ou par projection de matériaux enflammés. Pour ces raisons, une ligne d'arrêt établie en terrain montagneux est souvent placée près du sommet, mais sur le versant opposé à celui sur lequel l'incendie se développe (figure 30). Dans une vallée, il faut cependant construire une ligne au bas de la pente (figure 31).

On doit prendre grand soin de rechercher la ligne la plus courte possible, tout en évitant cependant les changements brusques de direction (angles aigus). Cette dernière pratique permet d'éviter de créer des zones qui deviendraient particulièrement difficiles à maîtriser. De plus, lorsque plusieurs petits feux disséminés se sont développés à l'extérieur de la bordure de l'incendie et à proximité de celle-ci, il est toujours préférable d'incorporer cette surface à la portion de terrain qui sera éventuellement nettoyée par brûlage.

Une ligne de suppression devrait généralement contourner les endroits rocailleux, les terrains recouverts d'une forte végétation, les concentrations de chicots, de souches ou de billes, etc. Si on prévoit qu'il sera impossible de neutraliser les obstacles les plus inflammables parmi ces derniers (par exemple en abattant les chicots ou en les arrosant avec de l'eau), il faudrait alors prendre soin d'éviter que le feu ne les rejoigne en établissant la ligne aussi près que possible de la bordure de l'incendie. Une surveillance stricte devra cependant être exercée dans de telles circonstances. Si, malgré tout, la ligne de suppression ne peut être localisée ailleurs que dans un peuplement qui renferme de nombreux chicots, il demeure prudent d'éviter les accumulations de combustibles les plus importantes ou d'enlever celles qui semblent les plus dangereuses.

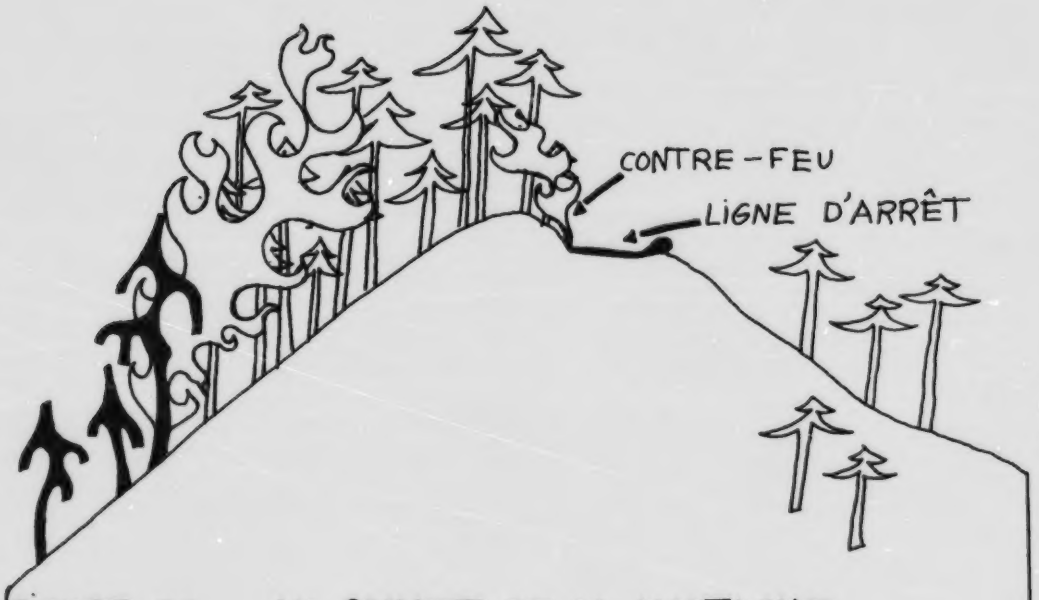


FIGURE 30 AU SOMMET DE LA MONTAGNE

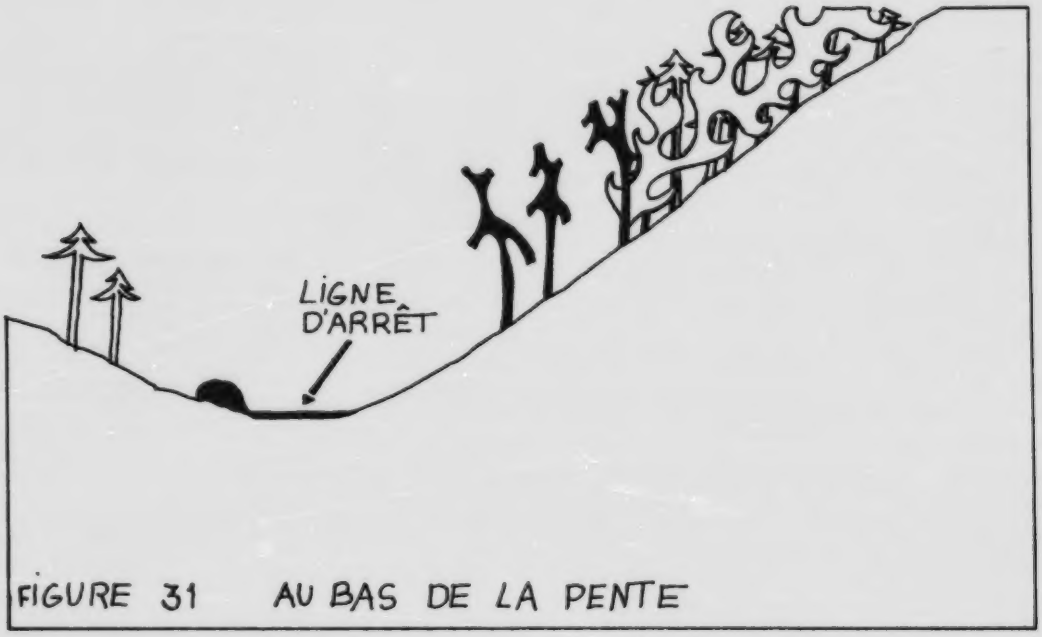


FIGURE 31 AU BAS DE LA PENTE

INFLUENCE DE LA PENTE
SUR LA LOCALISATION D'UNE LIGNE D'ARRÊT

5.1.2 Utiliser les coupe-feu naturels et artificiels

Le localisateur d'une ligne de suppression devrait profiter au maximum des avantages offerts par les coupe-feu ou les barrières naturelles et artificielles, partout où ils sont suffisamment bien localisés par rapport à l'orientation générale de la ligne. Les coupe-feu les plus facilement utilisables sont les peuplements feuillus (mais au cours de l'été seulement), les lacs, les cours d'eau, les marécages, les surfaces rocheuses dénudées, les sentiers et les routes. Quand on a recours à un lac ou à un marécage pour constituer une partie de la ligne de suppression, il est alors permis de rattacher la ligne d'arrêt à la bordure humide, mais à la condition qu'il n'existe pas de matières combustibles susceptibles de propager l'incendie entre les points d'attache. Il peut enfin s'avérer utile de tracer un sentier qui permettra aux patrouilleurs d'avoir accès à tous les points de la ligne.

En localisant une ligne de suppression à travers un peuplement feuillu (composé par exemple d'aulnes ou de trembles), il est important de pénétrer suffisamment loin à l'intérieur; en effet, on doit garder une bande de verdure assez large pour ralentir ou même arrêter la progression de l'incendie avant qu'il ne rejoigne la ligne d'arrêt comme telle. Il est généralement nécessaire de construire cette dernière à moins qu'un manque de temps n'empêche d'y arriver.

Une ligne de suppression devrait toujours être continue, même si elle est constituée en partie de coupe-feu existants. Cette continuité permet aux équipes de surveillance de patrouiller la ligne de suppression dans toute sa longueur pour éviter que le feu ne la traverse.

Il convient cependant de préciser qu'une ligne de suppression continue ne s'avère pas d'une nécessité absolue au début des opérations de combat. A ce stage, il est avantageux de pouvoir reconnaître les secteurs à progression lente car ils peuvent être négligés temporairement au profit des endroits les plus dangereux. Des équipes d'intervention préliminaire ont toutefois avantage à être affectées à l'extinction des feux disséminés et des points menaçants découverts dans les zones où les lignes de suppression ne sont pas encore établies.

5.1.3 Synchroniser la construction d'une ligne de suppression avec la vitesse de propagation de l'incendie

En général, une ligne d'arrêt doit être localisée aussi près que possible de la limite du feu. Cependant, lorsqu'il devient nécessaire d'éloigner cette ligne de la bordure d'un incendie, il faut considérer deux variables importantes, soit la rapidité d'expansion du feu et la vitesse de construction de la ligne. En élaborant des prévisions sérieuses pour ces variables, on peut s'assurer que la ligne pourra être complétée à l'endroit choisi avant que l'incendie n'y soit parvenu. Il sera parfois préférable d'éloigner quelque peu la ligne d'arrêt de la bordure du feu, plutôt que de risquer que l'incendie ne l'atteigne avant qu'elle ne soit complétée. Cette précaution vaut principalement pour les feux qui requièrent beaucoup de travail sur leurs flancs.

Comme une ligne d'arrêt doit normalement être localisée un certain temps avant d'être établie, il faut nécessairement estimer la longueur de la période de construction de la ligne jusqu'à un point donné et prévoir sur quelle distance l'incendie aura progressé au moment où ce point sera atteint. On peut quelquefois atténuer ces difficultés d'interprétation en établissant la ligne presque aussitôt après qu'elle a été localisée.

Cette méthode comporte toutefois des désavantages sérieux. Pressé par les équipes de construction de lignes d'arrêt, le localisateur n'a pas toujours le temps de choisir le meilleur tracé souhaitable. Par exemple, il risque d'oublier d'encercler des feux disséminés ou d'éviter les baies marquant le périmètre de l'incendie. Ces inconvénients pourront être surmontés en mandatant des éclaireurs dont la tâche consistera à renseigner le localisateur sur l'existence de barrières naturelles et sur la proximité de l'incendie. Enfin, quand le feu ne progresse que très lentement, il y a avantage à localiser la ligne le plus près possible de sa bordure, pourvu que les combattants puissent y travailler à l'aise.

La localisation des lignes d'arrêt requiert de son responsable d'excellentes connaissances sur le comportement des incendies

forestiers, un bon sens de l'orientation, un jugement sûr, une facilité à prendre des décisions et la connaissance des possibilités et des limites de l'équipement. Le localisateur travaille en étroite collaboration avec le chef de lutte ou le chef de section selon le cas, en vue d'élaborer la stratégie du combat. Il est normalement préférable que le localisateur soit familier avec le territoire où l'incendie se développe; il lui faudra ainsi beaucoup moins de temps pour procéder à l'évaluation globale de la situation et arrêter sa décision quant au genre de ligne d'arrêt à construire.

Sur un feu d'envergure, un seul localisateur de lignes ne pourra pas suffire à la tâche et du personnel supplémentaire doit être prévu. Si des radios sont disponibles, les localisateurs affectés aux diverses sections du feu trouveront avantage à se tenir en communication avec le chef de lutte, les responsables de sections ou parfois même, avec l'observateur aérien.

Avant d'indiquer le tracé d'une ligne, le localisateur doit s'entendre au préalable avec le responsable des équipes de construction sur les signes qu'il utilisera pour communiquer ses décisions. En général, les conventions les plus simples méritent d'être employées. Par exemple, on pourra marquer les troncs d'arbres à l'aide d'un fusil à peinture ou d'une hache, ou encore, attacher des morceaux de ruban plastifié de diverses couleurs aux branches.

Le choix des points d'attache, la fixation des priorités de combat et la détermination des méthodes de lutte doivent,si possible,être réalisés en collaboration étroite avec les localisateurs, conformément aux critères présentés dans les deux chapitres précédents. La figure 32 présente les principaux éléments à considérer au moment de la localisation des lignes d'arrêt.

5.1.4 S'assurer que le brûlage pourra être effectué lorsque la méthode indirecte est appliquée

Nous savons déjà que l'application de la méthode indirecte nécessite l'emploi de la technique du brûlage. En localisant à cette fin

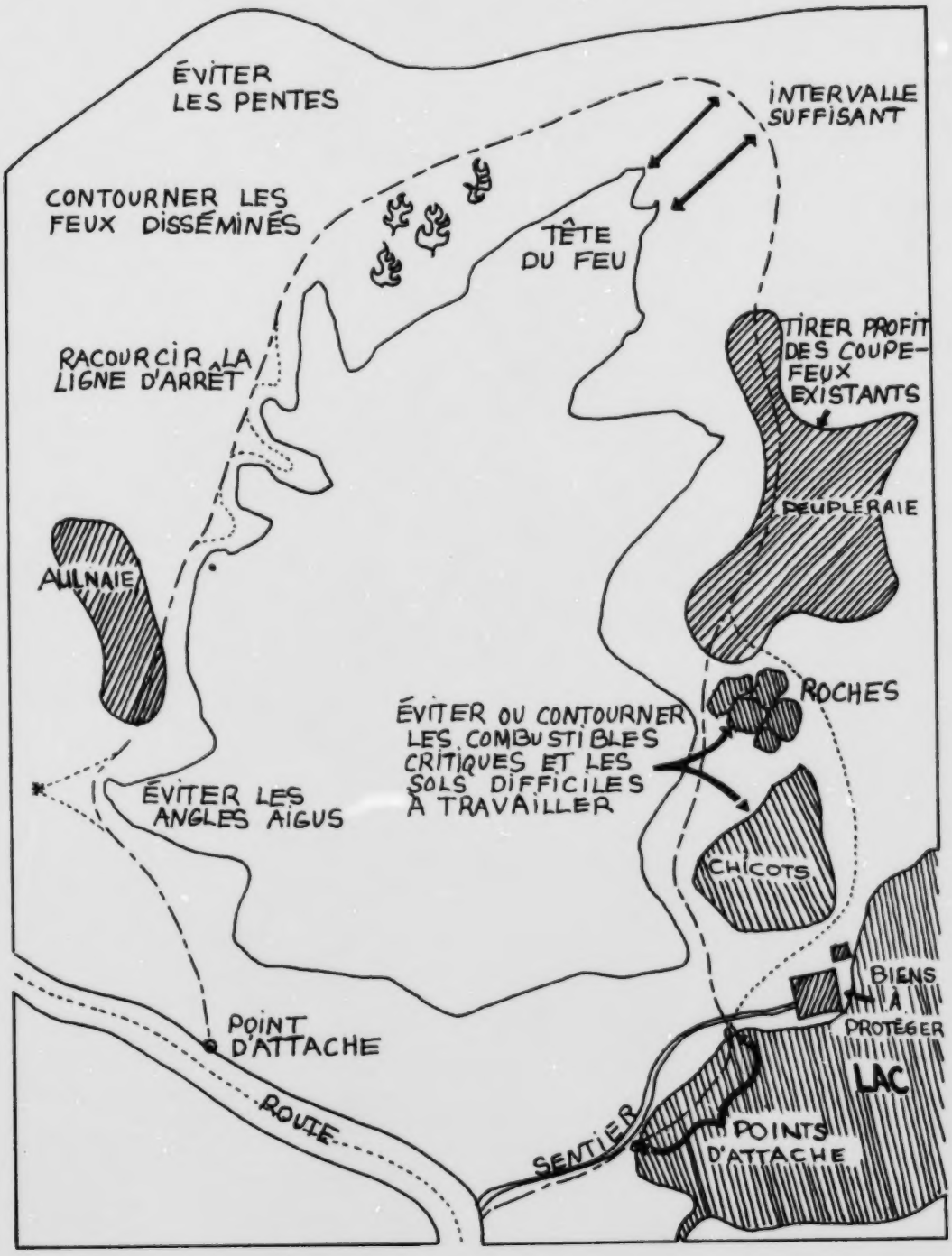


FIGURE 32 LOCALISATION D'UNE LIGNE DE SUPPRESSION

une ligne de suppression, il faut s'assurer que les combustibles situés du côté intérieur de la ligne d'arrêt soient en mesure de brûler avec le minimum de risques.

Le localisateur de lignes verra d'abord à ce que la quantité, la disposition, la grosseur et l'état des combustibles permettent effectivement de réussir l'allumage. Ensuite, il verra à ce que la ligne ne soit pas établie à travers des combustibles qui augmenteront les risques de voir le feu de nettoiement se propager par radiation ou par projection d'étincelles sur les matériaux situés à l'extérieur de la ligne d'arrêt.

5.2 CONSTRUCTION DES LIGNES D'ARRET

Le combat des incendies forestiers au moyen de lignes d'arrêt repose surtout sur la technique de la séparation des combustibles. En principe, la maîtrise d'un incendie est possible à partir du moment où on peut établir le long de son périmètre, une zone de sécurité suffisamment efficace pour empêcher le feu de la traverser. Cette zone ne constitue un obstacle pour le feu que si elle réussit à l'empêcher de se propager par conduction, par radiation ou par projection d'étincelles.

La construction des lignes d'arrêt soulève souvent des difficultés nombreuses, notamment en raison de la violence de l'incendie, de son étendue, du type de combustibles dans lequel il se développe, de la topographie et de la nature du sol. Sur les feux de grande superficie, les travaux de construction de lignes s'avèrent généralement plus complexes que sur les petits incendies, car il est plus probable d'y retrouver une variété d'obstacles; il faut alors utiliser la méthode directe ou la méthode indirecte de combat sur les diverses portions de la bordure du feu.

Dans sa plus simple expression, une ligne d'arrêt prend l'aspect d'un sentier libre de tout combustible de surface. Dans certains cas, une tranchée est creusée en son milieu jusqu'au sol minéral. Un tel dispositif suffit pour arrêter la progression d'un feu de profondeur ou d'un feu de surface de faible intensité. Cependant, sa fonction principale

consiste avant tout à retenir un incendie allumé délibérément en vue de détruire les combustibles compris entre la ligne et la bordure de l'incendie. C'est d'abord et surtout cette zone de sécurité qui servira à arrêter ou à ralentir la marche du feu.

La construction d'une ligne d'arrêt comprend deux étapes bien distinctes, soit le nettoyage proprement dit et le brûlage de la zone intermédiaire. Mais avant d'étudier en détail les opérations reliées à l'établissement d'une ligne d'arrêt, examinons comment les caractéristiques de la ligne doivent être déterminées.

5.2.1 Choix des caractéristiques d'une ligne d'arrêt

Nous avons vu précédemment que le localisateur d'une ligne de suppression devait considérer plusieurs variables avant de marquer l'endroit où la ligne doit être établie. Au moment de la construction des lignes d'arrêt, les chefs d'équipe doivent également évaluer certains éléments afin de fixer les caractéristiques des diverses portions de ligne.

De façon générale, on déterminera la largeur, la profondeur et le degré de nettoiement nécessaires pour une ligne d'arrêt en se basant sur l'intensité du feu à contenir. Ceci revient à dire que les caractéristiques de la barrière artificielle constituée par la ligne d'arrêt doivent être fixées d'après la catégorie d'incendie à combattre, soit un feu de surface, un feu de cimes ou un feu de profondeur.

1) Feux de surface

La majorité des incendies forestiers prennent naissance et se propagent par radiation dans des combustibles de surface. On peut les empêcher de se développer soit en augmentant la résistance au feu des combustibles et en réduisant la chaleur du foyer, soit en effectuant leur séparation par la construction d'une ligne d'arrêt.

Lorsqu'il s'agit d'empêcher le feu de se propager au moyen d'une ligne d'arrêt, la détermination de la largeur de cette ligne prend une importance considérable. Elle doit être fixée d'après l'intensité actuelle ou prévisible du feu à retenir, laquelle est fonction de la quantité, de la nature et de la disposition des petits combustibles. Par exemple, une séparation de quelques pouces est généralement suffisante pour arrêter un feu d'herbe, mais il faudra en réaliser une de plusieurs pieds pour maîtriser un incendie qui se développe dans un bûché récent.

En déterminant la largeur d'une ligne d'arrêt destinée à arrêter la progression d'un feu de surface, il faut se rappeler que l'intensité de la chaleur qui se transporte par radiation diminue proportionnellement au carré de la distance parcourue. Par conséquent, il est absolument inutile de séparer les combustibles de surface sur une largeur atteignant 20 pieds et même davantage. Si la ligne d'arrêt est construite à l'aide de machinerie lourde, tels que bulldozers et débusqueuses, la largeur de la lame est alors plus que suffisante.

Mentionnons qu'il n'est pas indispensable de nettoyer une ligne d'arrêt jusqu'au sol minéral pour arrêter un feu de surface, du moins dans une première étape. Cette opération supplémentaire ne s'avère indispensable que pour combattre les feux de profondeur. Avec la méthode indirecte, il convient de préciser que la ligne sert avant tout à contenir le contre-feu allumé pour brûler la zone intermédiaire et non pour arrêter l'incendie de forêt.

En attaque directe, la progression d'un feu de surface peut également être interrompue en augmentant la résistance au feu des combustibles situés à la bordure de l'incendie. Cette forme d'intervention conduit elle aussi à la construction d'une ligne d'arrêt, sans qu'il soit cependant nécessaire de recourir à des outils ou à de la machinerie lourde. Ainsi, lorsqu'il est impossible ou peu économique de séparer les combustibles de surface, on peut toujours agir sur le feu et les combustibles en vue d'obtenir un résultat analogue.

La réduction de la chaleur et l'augmentation de la résistance

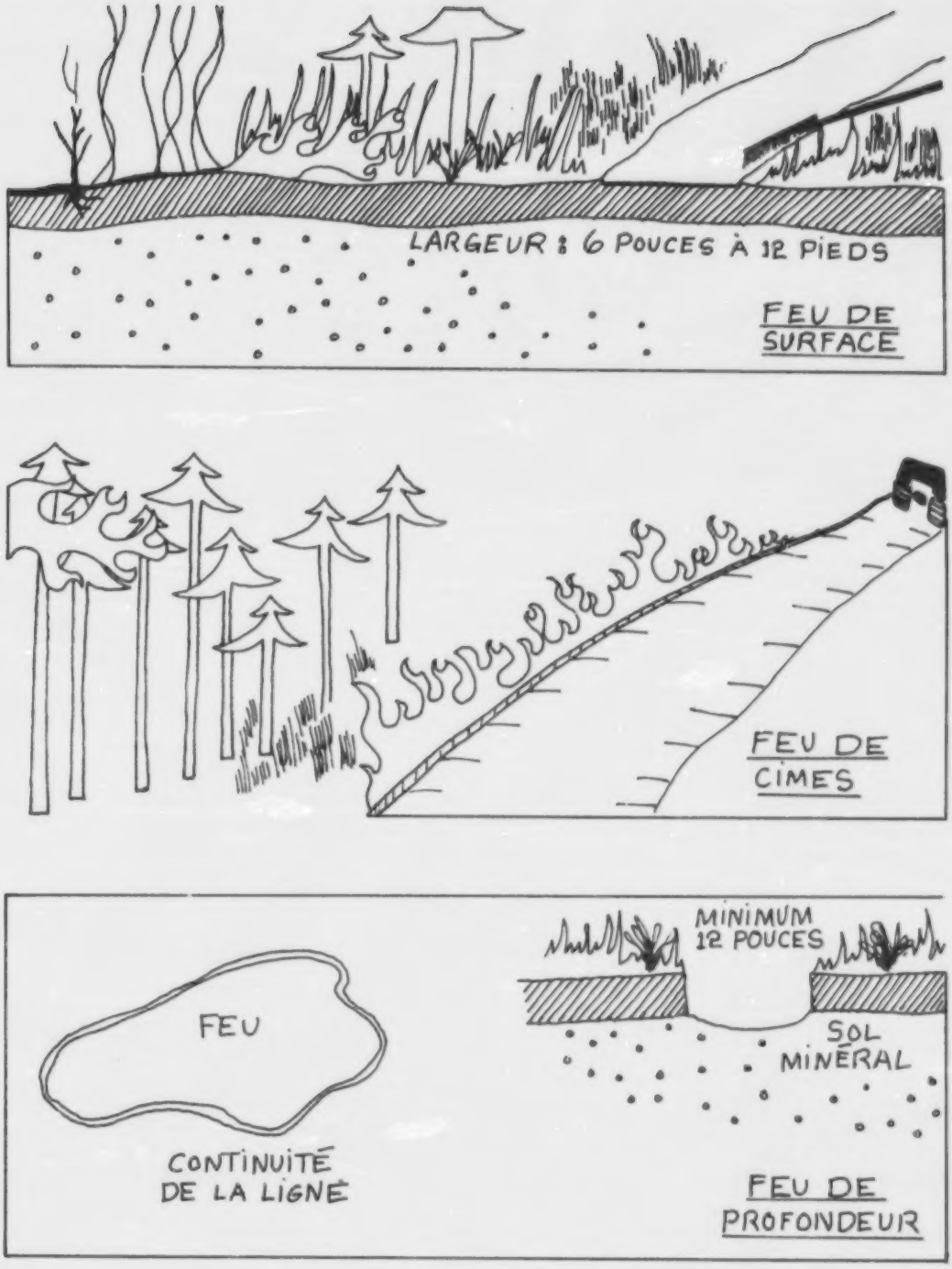


FIGURE 33 CARACTÉRISTIQUES D'UNE LIGNE D'ARRÊT

au feu des combustibles de surface s'obtiennent par l'application d'eau, d'agents mouillants ou de produits ignifuges sur le feu lui-même dans le premier cas, et sur les matériaux situés à la bordure du feu dans le deuxième cas. Pour cette opération, on utilise habituellement une motopompe selon les procédés décrits dans le chapitre 8.

Il faut bien se rendre compte cependant que l'efficacité de cette méthode est liée à la durée de vie du produit utilisé. S'il s'agit de l'eau, par exemple, son effet se fera sentir aussi longtemps qu'elle ne sera pas évaporée. Dans ces conditions, il faut prévoir un nouvel arrosage ou encore, entreprendre dès que possible la séparation des combustibles. Certains produits ignifuges, par contre, demeurent efficaces aussi longtemps qu'ils ne sont pas lavés par la pluie.

2) Feux de cimes

Les feux de cimes sont considérés à juste titre comme les incendies les plus difficiles à combattre. Ils prennent naissance par convection et, en période de sécheresse, se propagent généralement dans des peuplements résineux sous l'effet combiné de la radiation et du vent. Pour empêcher la chaleur de se propager d'une cime à l'autre, on comprendra que la construction d'une ligne d'arrêt doive satisfaire des critères très particuliers.

Mentionnons d'abord qu'il est inutile de songer à lutter contre un feu de cimes en l'attaquant directement. Il faut de toute nécessité construire une ligne d'arrêt à une distance suffisamment grande de la bordure du feu et constituer une large zone de sécurité en séparant les combustibles ou en augmentant leur résistance au feu.

A cause des effets actuels ou prévisibles du vent, la séparation des combustibles doit être faite sur une largeur beaucoup plus considérable que dans le cas des feux de surface; dans certaines circonstances, cette largeur pourra atteindre de 20 à 30 pieds. Elle sera basée en fait sur l'intensité probable du feu de nettoiement destiné à élargir la zone de sécurité et sur la nécessité de réduire les risques d'échapper un feu qui aura à progresser contre le vent.

S'il est impossible de procéder à la séparation des combustibles, deux solutions peuvent être envisagées pour construire une ligne d'arrêt. Lorsque les conditions le permettent, on peut tenter de réduire la chaleur qui se dégage du feu de cimes en l'arrosant à l'aide d'avions-citernes jusqu'à ce qu'il retombe en surface. Par après, il ne reste qu'à établir une ligne d'arrêt de surface en vue d'empêcher le feu de reprendre.

L'utilisation de l'avion-citerne permet également d'arrêter la progression d'un feu de cimes en augmentant la résistance des combustibles situés en avant du feu. Comme nous le verrons dans le chapitre 9, l'efficacité de cette mesure dépend toutefois de nombreux facteurs, comme la nature du produit déversé, la fréquence et la précision des larguages, la continuité de la ligne d'arrêt, etc.

3) Feux de profondeur

Les feux de profondeur ne se produisent que lorsque la couche d'humus du sol forestier est suffisamment desséchée. En général, ces feux se propagent très lentement et ne progressent pas en même temps que les feux de surface ou de cimes.

Si l'on combat un feu de forêt avant qu'il n'ait eu le temps de pénétrer dans l'humus, il serait théoriquement possible de négliger temporairement la construction de la ligne d'arrêt dans les combustibles de profondeur. Dans la pratique cependant, il est plus avantageux de construire la ligne jusqu'au sol minéral dans une même opération, particulièrement si l'on travaille avec de la machinerie lourde.

Dans un feu de profondeur, la chaleur ne se propage que par conduction. En construisant une ligne d'arrêt pour combattre un feu qui progresse ainsi dans l'humus, il est donc beaucoup plus important de se préoccuper de la continuité et de la qualité de la séparation des combustibles de profondeur que de la largeur de la ligne elle-même. Une tranchée de 12 pouces de largeur s'avère normalement suffisante, à la condition toutefois qu'elle soit parfaitement nettoyée sur toute sa longueur.

En utilisant un bulldozer, il est tout à fait inutile de nettoyer la ligne jusqu'au sol minéral sur une largeur supérieure à celle de la lame, largeur déjà bien suffisante pour arrêter un feu de profondeur.

Lorsque la séparation des combustibles de profondeur ne peut être réalisée au moyen d'outils manuels ou de machinerie lourde, la motopompe s'avère particulièrement utile pour augmenter la résistance au feu des combustibles. Même avec cette méthode, il faut toujours s'assurer que la ligne soit continue et que la force de frappe du jet d'eau soit suffisante pour mouiller les différentes couches de combustibles jusqu'au sol minéral et ce, sur une largeur d'au moins six pouces.

5.2.2 Nettoyage de la ligne d'arrêt

Les équipes chargées de la construction des lignes d'arrêt s'orientent d'abord en s'aidant des signes laissés par le localisateur. Afin de réaliser rapidement et efficacement les travaux de construction, on adopte habituellement pour ces équipes une forme d'organisation rigide, ainsi qu'une séquence bien définie pour l'exécution des diverses tâches.

La méthode d'action préconisée, dite *progressive* exige que chaque combattant ait une position précise par rapport aux autres concernant la nature du travail à exécuter. Chaque homme apporte sa contribution à l'équipe en réalisant une partie du travail global, c'est-à-dire en complétant partiellement la tâche exécutée par le co-équipier qui le précède. Le résultat de cet effort concerté doit être une ligne d'arrêt bien propre, débarrassée de toute matière combustible susceptible d'aider à la propagation de l'incendie. Une telle forme d'organisation requiert une direction habile et une bonne coordination des tâches réalisées " à la chaîne ".

Pour la construction de lignes d'arrêt à l'aide d'outils manuels, de machinerie lourde ou de motopompes, on distingue trois étapes principales, soit le dégagement de la ligne, l'établissement de la tranchée et le nettoyage final.

1) Le dégagement de la ligne d'arrêt

L'étape du dégagement ou du débroussaillage regroupe les diverses opérations consistant à débarrasser la ligne d'arrêt des matériaux les plus encombrants tels que branches, broussailles, arbres renversés, chicots ou autres débris.

Si le débroussaillage est réalisé au moyen d'outils manuels, les combattants utiliseront de préférence la scie mécanique, la hache, la sciotte ou la machette[1]. Pour un feu de surface, le passage libre de combustibles devrait être d'une largeur de 2 à 4 pieds. En principe, l'équipe de débroussaillage ne s'occupe que des combustibles légers, car le localisateur prend généralement soin d'éviter les gros matériaux ou les accumulations de débris. Cependant, tous les matériaux qui ne peuvent être contournés doivent nécessairement être enlevés quelle que soit leur grosseur.

Lorsque le dégagement de la ligne d'arrêt est confié à de la machinerie lourde, les préposés au débroussaillage se limitent alors à abattre et à tronçonner les gros combustibles qui risqueraient de retarder indûment l'avance de la machine. A cause de son caractère particulier, cette opération sera décrite plus en détail dans le chapitre 7.

L'élimination des chicots et des bouleaux en bordure de la ligne d'arrêt revêt par ailleurs une importance considérable du fait qu'ils sont fréquemment responsables des feux échappés. En les abattant, on peut empêcher que des étincelles ou des écorces enflammées ne propagent l'incendie à l'extérieur de la ligne d'arrêt.

Du côté intérieur de la ligne, il faut enlever tous les chicots et les bouleaux dont la présence constitue un danger en raison de l'action actuelle ou future du vent. Par exemple, un effet de cheminée pourrait entraîner un chicot situé sur une élévation à semer le feu à l'extérieur de la ligne d'arrêt, à une distance beaucoup plus grande que

---

1 *L'utilisation d'outils manuels est décrite dans le chapitre 6.*

s'il était placé au même niveau ou à un niveau inférieur.

Lorsque la méthode d'attaque indirecte est utilisée, l'élimination des bouleaux et chicots situés à l'extérieur de la ligne d'arrêt doit également être réalisée. Il faut en effet s'assurer que la chaleur transmise par radiation ou les étincelles dégagées par le feu de nettoiement ne viennent mettre le feu à ces combustibles très inflammables.

2) Etablissement de la tranchée

Il pourra arriver dans certaines circonstances qu'une fois le dégagement de la ligne complété, la séparation des combustibles soit suffisante pour arrêter un feu de surface. Ceci se produit surtout lorsque les combustibles seront peu nombreux et que le feu n'aura pas eu le temps de se propager à l'humus.

De façon générale, il est toutefois préférable d'effectuer la séparation des combustibles jusqu'au sol minéral par la construction d'une tranchée au milieu de la ligne d'arrêt. Cette tranchée peut être établie au moyen d'outils manuels (pics-pioches, pelles, pulaski et râteaux) ou de machinerie lourde (bulldozers, débusqueuses ou charrues).

L'équipe chargée de construire la tranchée travaille immédiatement à la suite des préposés au débroussaillage. Les combattants enlèvent essentiellement la couche végétale du sol et autres menus débris sur une mince bande. L'organisation du travail dépend évidemment de la méthode utilisée ainsi que de la nature et de l'épaisseur des matériaux à enlever.

Mentionnons que lorsque la méthode progressive est employée, chaque combattant s'attaque à une seule section de ligne à la fois dans le but de la compléter; ceci permet d'éviter la duplication et surtout, d'empêcher la concentration des effectifs. Si le sol est profond et qu'il comporte de nombreuses petites racines, il faudra d'abord les couper à l'aide d'un outil approprié, puis enlever avec une pelle les matériaux libérés.

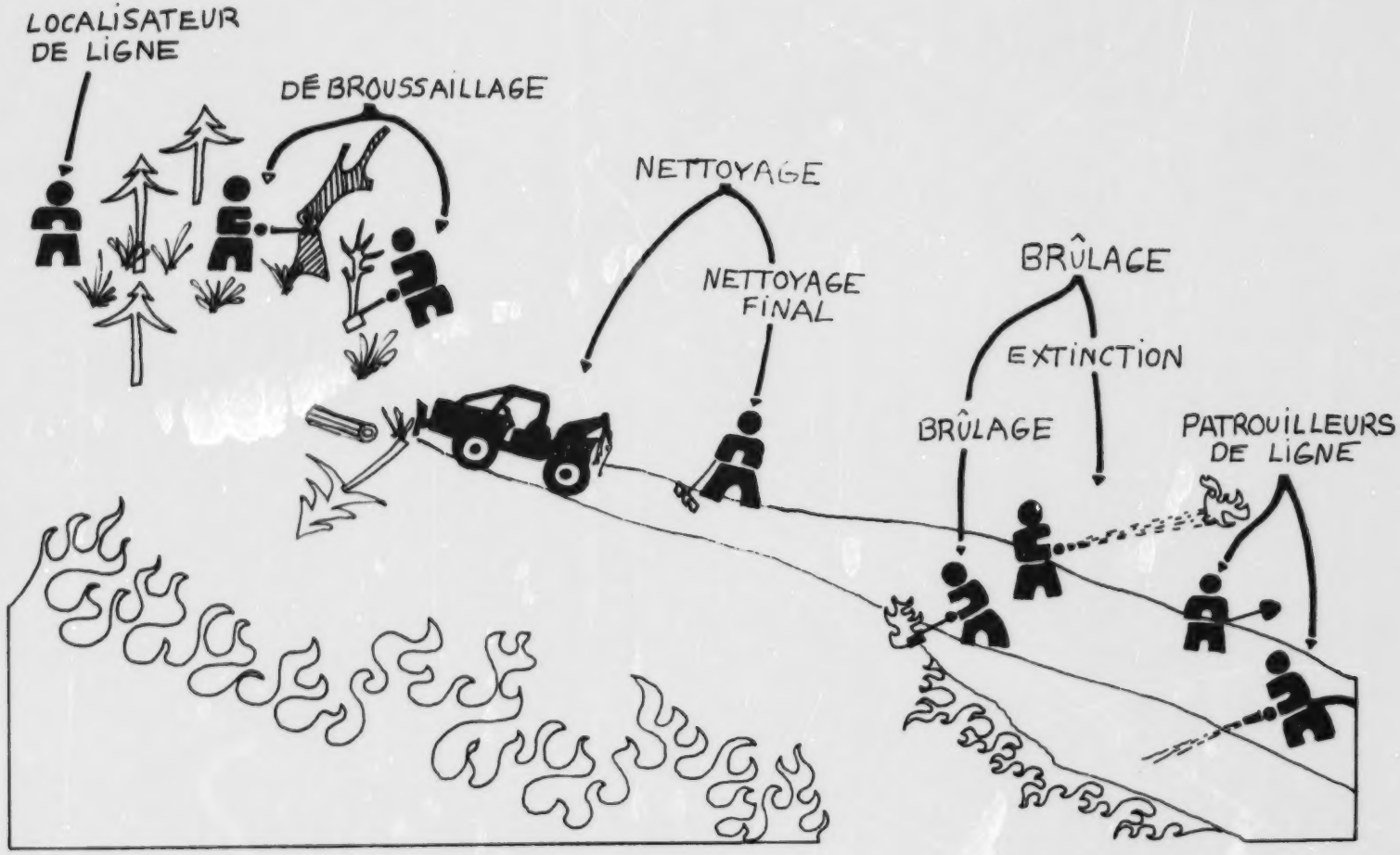


FIGURE 34 CONSTRUCTION D'UNE LIGNE D'ARRÊT

La tranchée devra toujours être adaptée aux conditions du milieu. Ainsi, sur les pentes, il faudra s'assurer que les billes en ignition ne pourront dévaler à l'extérieur de la ligne, en haussant le côté extérieur de la tranchée (figure 35).

La construction d'une tranchée, tout comme le débroussaillage initial de la ligne, soulève par ailleurs le problème de la *disposition des débris*. Avec la méthode directe, les déchets végétaux sont habituellement rejetés à l'intérieur de la ligne puisqu'ils sont susceptibles de contenir certains matériaux en ignition. Mais avec la méthode indirecte, la technique à utiliser n'est pas applicable à tous les cas. Si les débris sont légers (litière et petites branches), ils peuvent être placés indifféremment d'un côté ou de l'autre de la ligne, mais à une distance suffisante de celle-ci pour ne pas entraver les travaux d'extinction qui seront exécutés par la suite.

Le rejet des déchets grossiers peut par ailleurs laisser perplexe; s'ils sont placés à l'extérieur de la ligne, ils risquent de favoriser la propagation du feu à partir d'étincelles projetées. Par contre, placés à l'intérieur de la ligne, ils aideront à réaliser le brûlage de nettoiement, avec l'augmentation de l'intensité de la chaleur rayonnante, il y a risque de propagation de l'incendie. La méthode la plus sécuritaire et la plus efficace semble donc *de placer les débris à l'extérieur de la ligne et ensuite de les éparpiller* pour éviter une accumulation de combustibles. Le seul cas où il apparaîtrait plus avantageux de placer les matériaux enlevés du côté intérieur de la ligne serait lors du nettoyage d'une ligne localisée à travers des combustibles de faible densité, où le contre-feu doit nécessairement être alimenté pour être efficace.

Il ne faudrait jamais oublier que la plupart des matériaux enlevés sont des combustibles (racines, litières, petites branches, mousse, etc.); par conséquent, on évitera de former avec ces débris un remblai parallèle à la tranchée pour empêcher la reprise de l'incendie à l'extérieur ou la création d'un obstacle aux travaux d'extinction. Ces combustibles critiques devraient être projetés assez loin du côté de l'incendie afin qu'ils soient détruits par le feu de nettoiement.

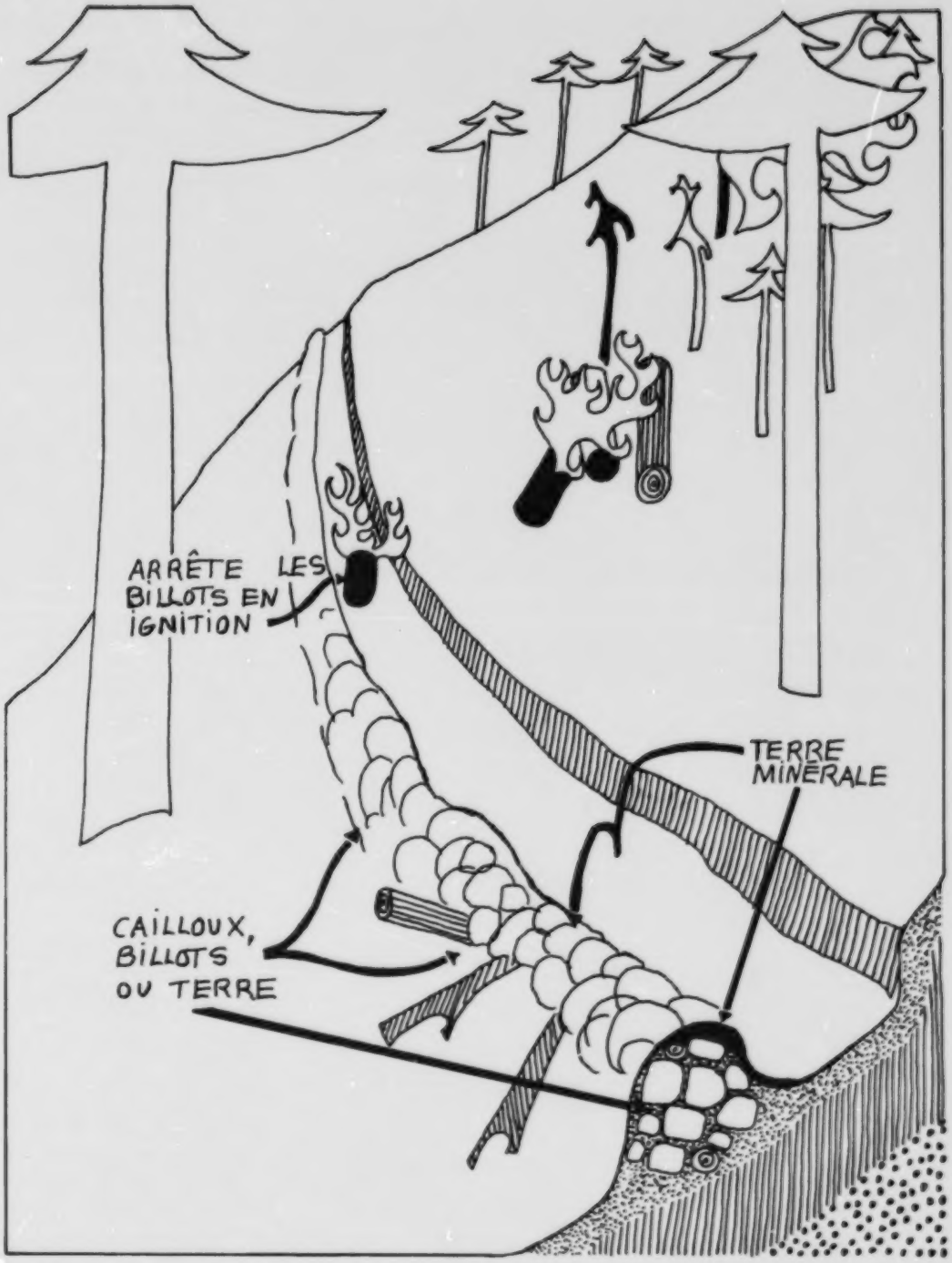


FIGURE 35 CONSTRUCTION D'UN REMBLAI SUR UNE PENTE

Si de façon générale, on déconseille d'enterrer les matériaux déplacés le long de la ligne d'arrêt, l'abondance de terre minérale permet parfois de construire une ligne capable de supporter une plus forte intensité de radiation. Il existe en effet deux types de tranchées (figure 36), soit la *tranchée simple*, constituée par une séparation complète des matériaux de profondeur, et la *tranchée avec recouvrement*, caractérisée par la présence d'une couche protectrice de terre minérale sur les combustibles inflammables.

Si malgré toutes les précautions, un incendie parvient à traverser une ligne d'arrêt qui vient d'être construite et qu'il menace de se développer de l'autre côté, il s'avère alors nécessaire de construire une seconde ligne pour encercler le nouveau foyer (figure 37).

3) Le nettoyage final

Cette troisième et dernière phase du nettoyage d'une ligne d'arrêt a pour objet principal de préparer la ligne au brûlage. Le degré de perfection à apporter dans le nettoyage final de la ligne d'arrêt dépend, comme nous l'avons vu précédemment, de la nature du feu à maîtriser et des conditions de propagation du feu principal ainsi que du feu de nettoiement.

Si la ligne d'arrêt a été établie assez rapidement, il pourra arriver qu'en certains endroits la séparation des combustibles ne soit pas complètement réalisée ou encore, que les matériaux situés en bordure de la ligne n'existent pas en quantité suffisante pour faciliter l'allumage ou le maintien du feu de nettoiement. Dans ces circonstances, il est sage de déléguer des combattants pour améliorer la ligne et préparer le brûlage.

Le nettoyage final de la ligne d'arrêt est le plus souvent exécuté avec des outils manuels. Des haches, des scies, des pelles et des râteaux constituent les meilleurs instruments disponibles.

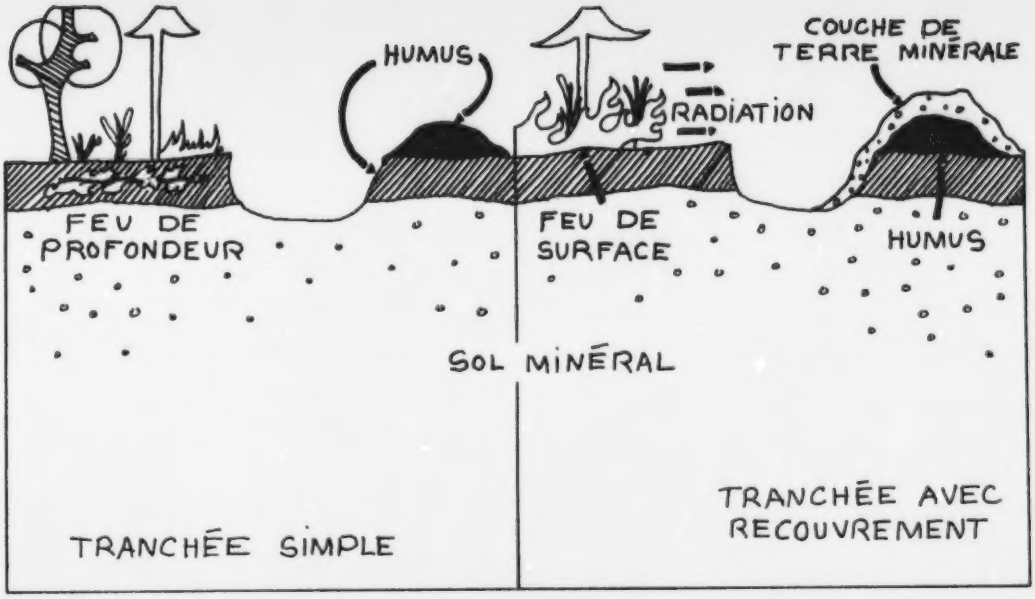


FIGURE 36 TYPES DE TRANCHÉE

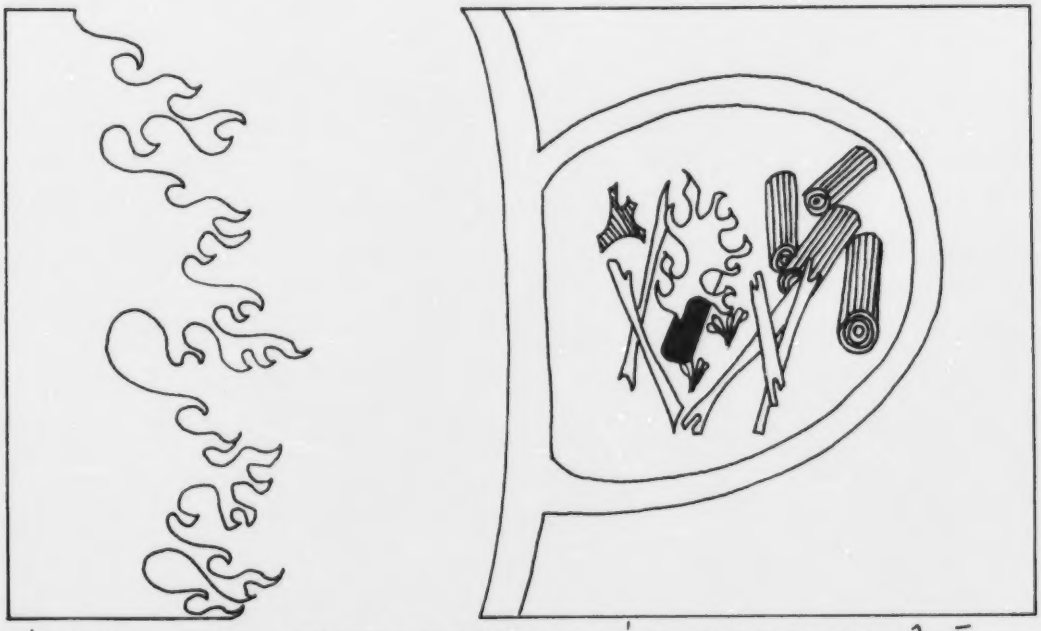


FIGURE 37 ENCERCLEMENT D'UN FOYER DU CÔTÉ EXTÉRIEUR D'UNE LIGNE D'ARRÊT

5.2.3 Brûlage de nettoiement

Une fois que le nettoyage du tracé et le creusage de la tranchée centrale ont été complétés, le travail d'établissement d'une ligne d'arrêt nécessaire à l'application de la méthode indirecte n'est pas terminé pour autant; pour en achever la construction, il faut nécessairement procéder au brûlage de la zone intermédiaire qui s'étend jusqu'à la bordure du feu; cette opération s'appelle le *brûlage de nettoiement*. Elle consiste à allumer un feu le long de la bordure intérieure d'une ligne d'arrêt, afin d'éliminer les matières combustibles non brûlées comprises entre cette ligne et la bordure de l'incendie. Ce type de brûlage constitue essentiellement un moyen d'accélérer et de consolider l'établissement des lignes d'arrêt.

Pour désigner l'expression " feu de nettoiement ", on utilise fréquemment le terme contre-feu. Celui-ci réfère de façon plus générale à un feu d'une certaine ampleur, allumé intentionnellement le long de la bordure intérieure de la ligne de suppression, ordinairement à une certaine distance de l'incendie de forêt, afin de détruire les matières combustibles qui se trouvent sur le passage de l'incendie et d'enrayer ou de retarder de ce fait son avance.

Il arrive en effet que des conditions particulières favorisent le développement rapide d'un incendie et qu'une barrière naturelle ou une ligne d'arrêt ne constituent pas un obstacle suffisant pour arrêter la progression du feu. Le feu lui-même est alors utilisé pour élargir ces obstacles en éliminant les combustibles situés en avant de l'incendie. En principe, le feu allumé intentionnellement près de la ligne d'arrêt se dirigera vers l'incendie principal et les deux feux s'éteindront faute de combustibles. Le principal défi de cette technique de lutte consiste à brûler les combustibles de la zone intermédiaire au moment opportun, alors qu'on dispose de ressources de combat suffisantes pour maîtriser le feu allumé.

Le brûlage de nettoiement constitue une technique de combat destructrice et parfois dangereuse à employer sur une grande échelle.

Voilà pourquoi son utilisation requiert plus d'habileté et de connaissances que n'importe quelle autre opération de lutte contre un feu de forêt. Il est donc essentiel de connaître les raisons qui motivent l'emploi de cette technique, le moment le plus favorable pour allumer un contre-feu et enfin, les moyens pour réaliser ce type de brûlage.

1) Raisons justifiant l'allumage d'un contre-feu

Le brûlage des combustibles situés dans la zone intermédiaire entre le feu et la ligne d'arrêt constitue une opération absolument essentielle parce qu'elle est indissociable de la méthode d'attaque indirecte. Une ligne d'arrêt n'a pas la moindre utilité tant que le brûlage n'est pas réalisé.

Le contre-feu sera généralement utilisé en avant d'un incendie qui progresse rapidement et contre lequel une action plus rapprochée n'est pas réalisable à cause de la carence de ressources de combat, du manque de temps, du danger de s'approcher de la tête de feu ou de l'opportunité d'une stratégie particulière.

Le contre-feu détruit les matériaux dont l'incendie a besoin pour continuer son avance. La ligne d'arrêt ou la barrière naturelle utilisée comme base pour l'allumage a pour seul objectif d'aider à maîtriser le contre-feu.

2) Moment et endroits propices à l'allumage d'un contre-feu

Dans le premier chapitre, nous avons mentionné que l'approvisionnement en oxygène nécessaire à la combustion provoque des mouvements de masses d'air à la base de tout foyer d'incendie. Même si le vent oriente le feu dans une direction donnée, ces courants induits par la combustion, peuvent également se manifester dans le sens contraire. L'intensité de ces déplacements d'air artificiels varie cependant en fonction de la quantité de combustibles en ignition, car un feu d'envergure exige toujours un fort volume d'oxygène pour continuer de brûler. Comme l'arrière de l'incendie consomme déjà beaucoup d'oxygène, la plus

grande partie de l'air requis pour le front doit nécessairement être tirée à faible altitude sur le devant même du feu. La technique du contre-feu prend parfois avantage de ce phénomène d'appel d'air lorsqu'il se manifeste à une distance suffisante. De façon générale, il ne faut toutefois pas compter uniquement sur cet effet d'aspiration pour se décider à procéder à l'allumage.

La réussite d'un contre-feu requiert également beaucoup de connaissances sur le comportement d'un incendie et exige une évaluation soigneuse des conditions de brûlage, particulièrement lorsqu'il s'agit de déterminer le moment propice à l'allumage. On peut distinguer deux circonstances très différentes au cours desquelles un contre-feu peut être allumé. La première se présente aux premières heures de la matinée quand, sur une ligne d'arrêt déjà construite, le brûlage peut être réalisé avant que le feu principal n'augmente en intensité. La seconde se rencontre surtout durant l'après-midi ou la soirée, alors que l'incendie progresse rapidement et que l'on tente en toute urgence de l'arrêter à partir d'une ligne construite au cours de la journée.

Dans le premier cas, le contre-feu est allumé le long des lignes d'arrêt déjà en place, aussitôt que les combustibles brûlent librement et que le vent accélère la propagation du feu. On voit donc ici toute l'importance de localiser la ligne dans des matériaux propices au brûlage et de tenir compte de la direction du vent. La teneur en humidité des combustibles doit être suffisamment basse pour assurer un brûlage rapide, sans dégagement excessif de chaleur. De plus, le vent doit souffler dans la direction désirée, c'est-à-dire vers le feu principal.

Par contre, si le vent est adverse ou souffle latéralement, il ne faut pas qu'il soit trop violent pour empêcher le contre-feu de progresser rapidement ou pour annuler les efforts déployés en vue d'éviter que le feu ne traverse la ligne d'arrêt. Dans ces conditions, il pourrait s'avérer difficile d'allumer un contre-feu le matin car, sous l'action du vent, le feu principal tendrait alors à reprendre sa course, rendant du même coup le brûlage impossible. On considère donc le soir comme le moment le plus propice pour allumer un contre-feu, même si la

ligne d'arrêt est plus difficile à surveiller. En soirée, l'accroissement de l'humidité peut cependant aider à contenir le feu de nettoiement.

L'allumage d'un contre-feu au cours de *l'après-midi* est toujours considéré comme une opération d'urgence car les conditions de brûlage sont alors très critiques. De plus, il faut prendre garde d'établir le contre-feu à une distance trop éloignée de l'incendie afin d'éviter que ce deuxième feu ne se développe dans la même direction que le principal. On pourra mieux assurer le succès de l'opération de brûlage en allumant d'abord des *contre-feu parallèles*; comme le montrent les figures 38 et 39, ceux-ci sont allumés en avant de la ligne d'arrêt, sur une ou plusieurs bandes parallèles, afin de détruire des amas de débris importants et de contribuer à l'élargissement de la zone sacrifiée volontairement avant que l'incendie ne la rejoigne.

Un contre-feu parallèle qui aurait été allumé sur une mince bande continue située à mi-chemin entre le feu et la ligne d'arrêt aura tendance à se propager dans les deux sens. Mais lorsque sa progression semble vouloir se faire plus rapidement en direction de l'incendie à cause d'un vent favorable, il faut alors se dépêcher d'allumer le contre-feu principal qui servira surtout à maîtriser le contre-feu parallèle et par la suite, à arrêter la marche de l'incendie. De cette façon l'élan du feu de forêt est ralenti par un premier barrage de feu et, pour continuer à progresser, l'incendie doit s'attaquer à des combustibles partiellement brûlés jusqu'à ce qu'il atteigne la ligne d'arrêt.

Lorsque le vent n'est pas favorable à l'allumage d'un contre-feu à la bordure même de la ligne d'arrêt ou parallèlement à celle-ci, on peut diminuer l'effet de la radiation sur les combustibles situés à l'extérieur de la ligne en procédant à un *allumage perpendiculaire*. Pour cela, on met le feu à des bandes localisées perpendiculairement à la ligne d'arrêt (figure 40); la surveillance ne s'exerce alors qu'à l'extrémité de ces bandes.

On remarquera qu'un brûlage de nettoiement peut parfois être réalisé au fur et à mesure que la construction de la ligne d'arrêt

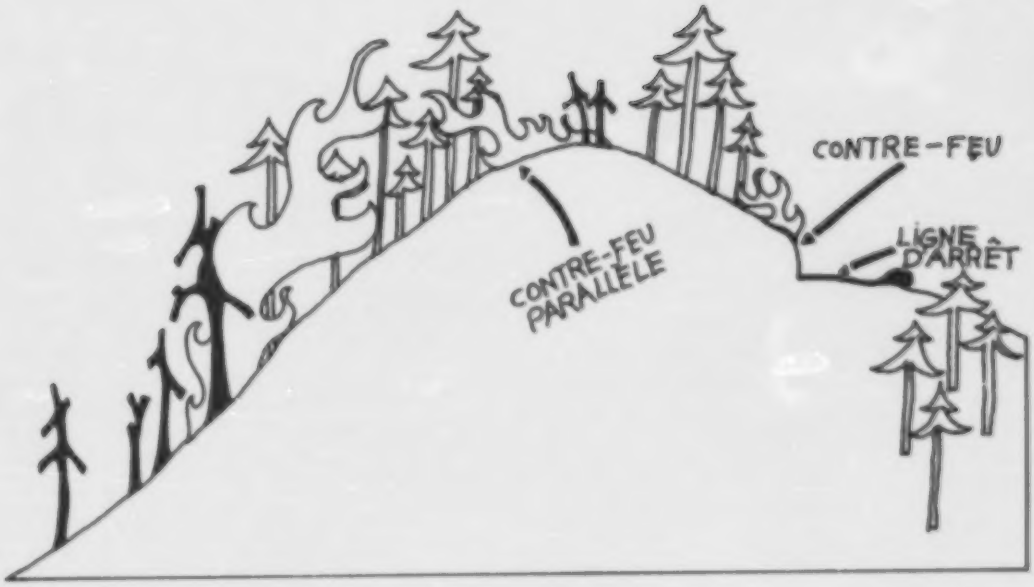


FIGURE 38 CONTRE-FEU PARALLÈLE

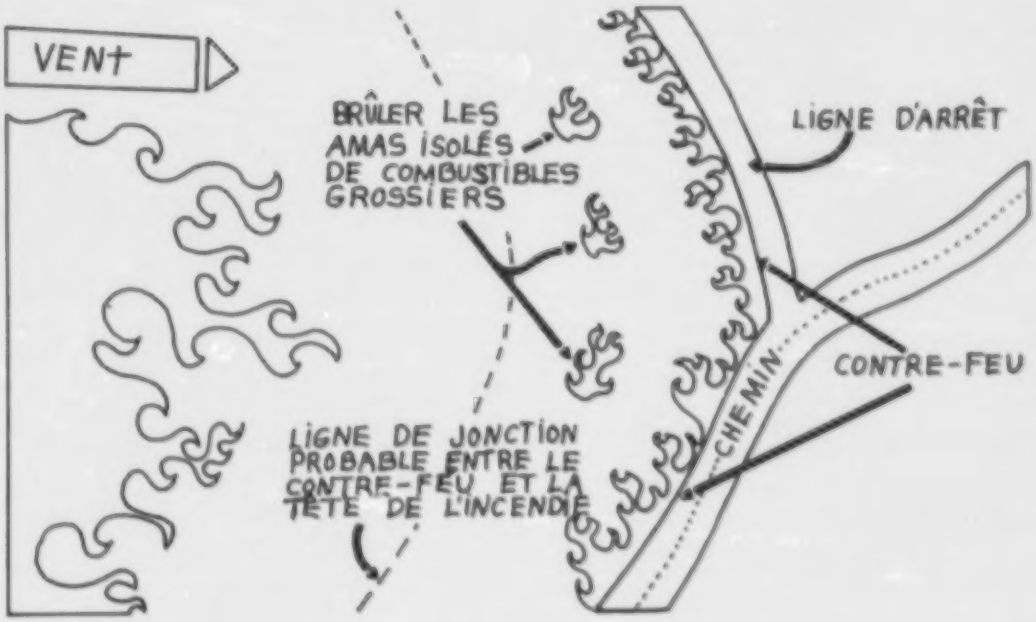


FIGURE 39 TECHNIQUE DU CONTRE-FEU

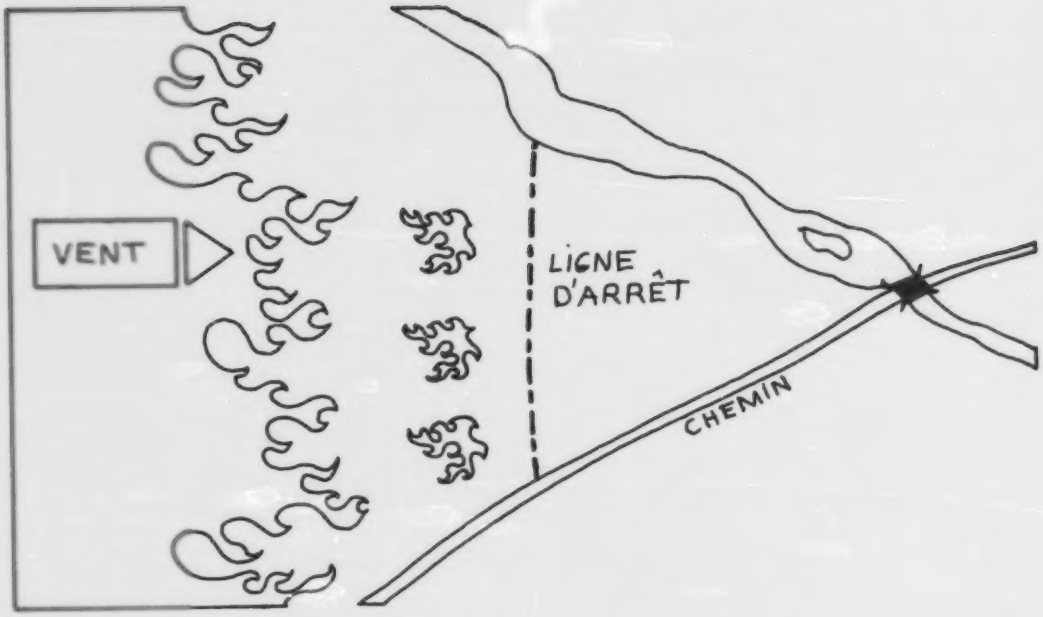


FIGURE 40 ALLUMAGE PERPENDICULAIRE

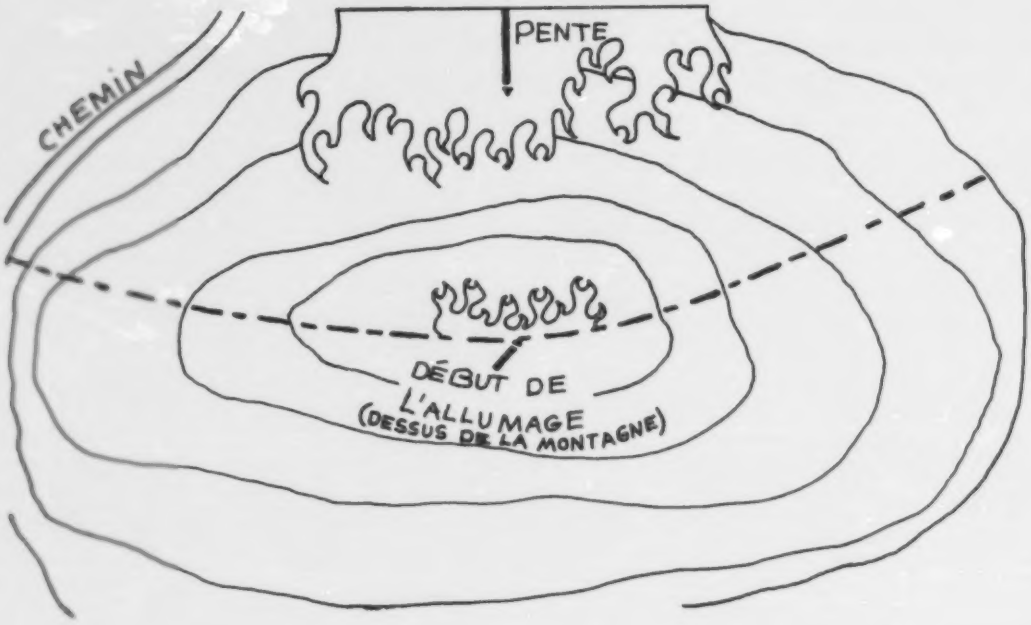


FIGURE 41 ALLUMAGE EN TERRAIN ACCIDENTÉ

progresse. Pour des raisons de sécurité, on préfère toutefois procéder à l'allumage lorsque la ligne est bien rattachée à ses deux extrémités. Il faut pour cela que la ligne d'arrêt soit complétée en temps opportun et que les combustibles soient d'une densité et d'une teneur en humidité appropriées sur toute la longueur de la ligne.

3) Moyens pour réaliser un contre-feu

Pour expliquer comment allumer un contre-feu, on doit nécessairement parler des instruments et des méthodes qui sont généralement utilisés. Le choix de ces moyens doit être fait en vue d'atteindre les objectifs du contre-feu, soit de faire brûler rapidement et uniformément certains combustibles.

L'allumage des combustibles de surface peut être réalisé en étendant de la braise ou des tisons transportés à l'aide d'une pelle ou d'un seau, en répandant de la gazoline ou de l'huile, ou encore, en se servant de torches ou de brûleurs qui produisent un jet de flamme de température élevée. Le brûleur à pression ou lance-flamme donne les meilleurs résultats, surtout lorsque les combustibles ne sont pas suffisamment secs et qu'il faut agir avec célérité. Quand on met le feu à des amas de déchets, la flamme doit être dirigée à la base et non sur le dessus afin d'accélérer la combustion.

Une fois que la décision d'allumer les contre-feu a été prise, il faut y donner suite le plus rapidement possible, en évitant d'employer des méthodes artisanales. Avec un bon appareil, un homme peut mettre le feu le long de la ligne d'arrêt aussi vite qu'il est capable de marcher. S'il effectue son travail à la suite des équipes de construction, il doit toutefois adopter leur rythme et surtout, éviter de leur nuire en les talonnant de trop près. Enfin, il doit veiller à ne pas oublier de bandes de combustibles entre les foyers, de crainte que l'incendie n'utilise ces voies ainsi formées pour gagner, voire même traverser la ligne d'arrêt. Mentionnons ici que le nettoyage et la dispersion des amas de combustibles dangereux doivent être entrepris avant d'allumer le contre-feu afin d'éviter la création de foyers dégageant une chaleur intense.

Il faut toujours d'abord allumer le contre-feu à l'endroit le plus élevé de la ligne d'arrêt et procéder ensuite le long de celle-ci en descendant la pente (figure 41). De cette façon, on écartera la possibilité de perdre le contrôle du feu à cause de l'influence de la topographie et des courants d'air. Même si le brûlage est réalisé sur une pente, juste en face de la tête de l'incendie, il est quand même nécessaire d'allumer successivement des bandes parallèles, quoique cette opération s'avère difficile à réaliser à cause des facteurs temps et sécurité.

Enfin, des combattants doivent toujours être postés à l'extérieur de la ligne d'arrêt afin d'intervenir promptement si des étincelles des écorces de bouleau ou des billots enflammés parvenaient à mettre le feu à cet endroit. Cette dernière opération suit immédiatement la procédure d'allumage des contre-feu. En effet, il est plus facile de garder sous contrôle un feu qui vient d'être allumé que celui qui a déjà atteint une certaine ampleur car on peut déterminer à volonté le volume des combustibles à brûler et partant, l'intensité du contre-feu.

5.3 SURVEILLANCE DES LIGNES D'ARRET

La surveillance des lignes d'arrêt constitue l'une des opérations de combat les plus critiques. Malgré la proximité du contre-feu et la progression de l'incendie principal, les combattants doivent veiller à ce que le feu ne traverse pas la ligne d'arrêt établie. En somme, il s'agit d'assurer le succès de l'étape de la maîtrise en contenant l'incendie le long de la ligne de suppression.

Dans la présente section, il sera plus particulièrement question de surveillance initiale, c'est-à-dire des opérations de guet effectuées immédiatement après l'allumage dans une attaque indirecte et qui se poursuivent jusqu'à ce que la ligne d'arrêt ou portion de ligne soit sous contrôle. On a déjà traité de la surveillance finale ou patrouille dans le chapitre 2. Cette opération débute dès que l'incendie est maîtrisé et elle continue à s'appliquer autant avec la méthode directe qu'indirecte, jusqu'à extinction complète de l'incendie.

Les surveillants de lignes entrent en action aussitôt que l'allumeur a complété son travail. Munis de pelles, de râteaux et de réservoirs à eau avec pompes, ils s'occupent d'inspecter la ligne et de maîtriser tout foyer qui s'allume du côté extérieur. Parfois, le travail est effectué à l'aide de motopompes, mais le déplacement des boyaux risque alors d'occasionner de nombreux problèmes. C'est pourquoi on utilise de plus en plus le réservoir à eau monté sur une débusqueuse pour alimenter directement une motopompe portative qui ne requiert qu'une faible longueur de boyau.

Avant de décrire le travail des équipes de surveillance initiale, il convient d'expliquer les facteurs affectant le guet initial d'une ligne d'arrêt et la coordination de cette opération avec celles de construction et de surveillance.

5.3.1 Facteurs affectant la surveillance d'une ligne d'arrêt

De nombreux facteurs peuvent expliquer la tendance du feu à traverser une ligne d'arrêt. Les trois principaux constituent les trois modes de propagation de la chaleur, soit la radiation, la convection et la conduction. Le vent peut aussi contribuer à propager un incendie au-delà des lignes d'arrêt.

Si le feu réussit à se propager par radiation, la cause en est généralement une séparation trop étroite entre les combustibles de surface et la cime des arbres, alors que l'intensité du feu de nettoiement est grande. Les chicots et les bouleaux laissés à l'extérieur de la ligne d'arrêt peuvent aussi provoquer un feu par radiation.

Une colonne de convection s'élevant d'un brasier très chaud, comme on en retrouve dans les feux de cimes ou les feux de bûchés, peut aussi transporter des étincelles à l'extérieur de la ligne d'arrêt et y mettre le feu s'il s'y trouve des matériaux inflammables, tels les chicots et les bouleaux. Certains combustibles verticaux situés du côté intérieur de la ligne d'arrêt s'enflamment également par convection lorsqu'il y a continuité verticale.

Le feu traverse de même une ligne d'arrêt par conduction par suite d'un manque de continuité ou d'un mauvais nettoyage en profondeur. La tranchée doit être dégagée sur toute sa longueur et jusqu'au sol minéral pour être capable de maîtriser l'incendie à coup sûr.

Enfin, le vent peut aussi aider le feu à franchir une ligne d'arrêt en transportant des étincelles et des écorces enflammées à partir de chicots et de bouleaux, comme il peut s'associer avec les divers modes de propagation de la chaleur pour permettre au feu d'agir sur les combustibles situés à l'extérieur de la ligne d'arrêt. Le vent peut même renverser en travers de la ligne des chicots dont la base a été affaiblie par le feu.

5.3.2 Coordination des opérations de construction et de surveillance

Nous avons mentionné précédemment que la surveillance initiale d'une ligne d'arrêt suivait immédiatement la procédure d'allumage du contre-feu. Dans une attaque indirecte, la coordination des opérations de construction et de surveillance prend une telle importance qu'il est fortement recommandé que les opérations de nettoyage final, de brûlage et de surveillance initiale soient exécutées sous l'autorité du même chef d'équipe. C'est le moyen le plus efficace de s'assurer que l'allumage s'effectue en gardant le contre-feu sous contrôle.

Une coordination s'impose également entre les étapes de nettoyage proprement dites et le brûlage car il faut éviter à tout prix le danger que les préposés à la construction de la ligne d'arrêt ne soient débordés et menacés par le contre-feu.

La surveillance finale doit pour sa part s'établir à mesure que progresse la construction de la ligne. Ceci nécessite généralement une augmentation graduelle des équipes de surveillance. Si les effectifs disponibles ne sont pas suffisants pour combler les besoins nouveaux, il faudra prévoir le transfert de combattants, quitte à ralentir la construction de la ligne d'arrêt. Il ne sert à rien, en effet, d'établir une ligne d'arrêt qu'on ne saurait surveiller par la suite.

5.3.3 Tâches réalisées par les équipes de surveillance initiale

Les équipes de surveillance doivent rechercher et faire disparaître les tisons, les flammes, les racines, les feuilles, les branches, les souches et les chicots qui, laissés en travers de la ligne, pourraient constituer un danger. Il s'agit donc avant tout beaucoup plus d'un travail de prévention que d'extinction. Les points menaçants, c'est-à-dire les parties de la ligne où le feu est particulièrement ardent, nécessitent une attention spéciale de la part des combattants, car ce sont généralement ces endroits qui servent de tremplin à l'incendie. Enfin, les équipes de surveillance s'occupent de localiser et d'éteindre les feux disséminés allumés à l'extérieur de la ligne par des étincelles ou des écorces enflammées. Si ces feux sont assez nombreux, il sera peut-être avantageux d'affecter des surveillants à cette seule tâche et de leur faire patrouiller le terrain situé à l'extérieur de la ligne.

La surveillance d'une ligne d'arrêt constitue une opération assez fatigante pour les combattants, car ils doivent endurer une forte densité de chaleur et subir les désagréments de la fumée qui se dégage du brasier. Par conséquent, on devrait remplacer ces hommes fréquemment.

6

emploi des outils manuels

Dans certaines circonstances, il pourrait être possible d'éteindre un feu de camp ou un feu d'herbe naissant en ayant recours à des objets très rudimentaires, tels que branches d'arbres, couverture ou vêtement. Cependant, ces moyens s'avèrent tout à fait insuffisants pour lutter efficacement contre un incendie de forêt; c'est pourquoi les combattants doivent être munis d'instruments qui leur permettent d'appliquer correctement les diverses techniques d'extinction des feux.

De tous les instruments disponibles pour combattre un incendie forestier, l'outillage occupe une place privilégiée parce qu'il se prête à une multitude d'usages. L'outillage de lutte comprend aussi bien les outils manuels que motorisés destinés à l'accomplissement des diverses tâches énumérées dans les chapitres précédents.

L'outillage de combat a son utilité dans chacune des phases de la lutte, soit lors de l'attaque initiale, de la maîtrise du feu et de l'extinction. On le considère d'abord comme un instrument de support mais il devient très souvent le principal moyen de combat. A cause de

leur simplicité d'utilisation, de leur maniabilité et de leur faible encombrement, les outils manuels et motorisés sont couramment employés pour construire les lignes d'arrêt ou réaliser les opérations d'extinction. Ils peuvent être transportés facilement et en grande quantité; de plus, leur distribution sur le terrain peut être réalisée au moment de l'application des mesures de prévention. Ils requièrent cependant une main-d'oeuvre abondante qui s'avère souvent difficile à recruter, à nourrir et à loger.

Les principaux outils utilisés pour le combat des incendies de forêt sont les suivants: la hache, la scie, la pelle, la pioche, le râteau, le réservoir à eau avec pompe manuelle et le brûleur à pression. Le présent chapitre décrira sommairement chacun de ces instruments, énumèrera les fonctions pour lesquelles ils peuvent être utilisés, exposera leurs modalités d'emploi et enfin, présentera les règles élémentaires de sécurité à observer dans leur maniement.

6.1 LA HACHE

Il est difficile d'identifier une des phases du travail d'extinction d'un feu de forêt où l'on pourrait se dispenser de la hache; celle-ci constitue souvent le premier outil auquel ont recours les combattants en arrivant sur les lieux d'un incendie. La hache est d'un usage tellement courant, que souvent on néglige de tirer profit de toutes les fonctions qu'elle peut remplir. Au Québec, la hache simple et le modèle à double tranchant (figure 42), sont les modèles les plus employés.

6.1.1 Tâches réalisées

La hache est utilisée autant pour des travaux d'extinction proprement dits que pour la réalisation d'opérations de soutien. Elle peut aider à la préparation des héliports ou des sites de campement, à la construction des quais ou autres installations d'urgence et au marquage de la localisation des sentiers et des lignes de suppression.

Depuis que l'utilisation de la scie mécanique s'est

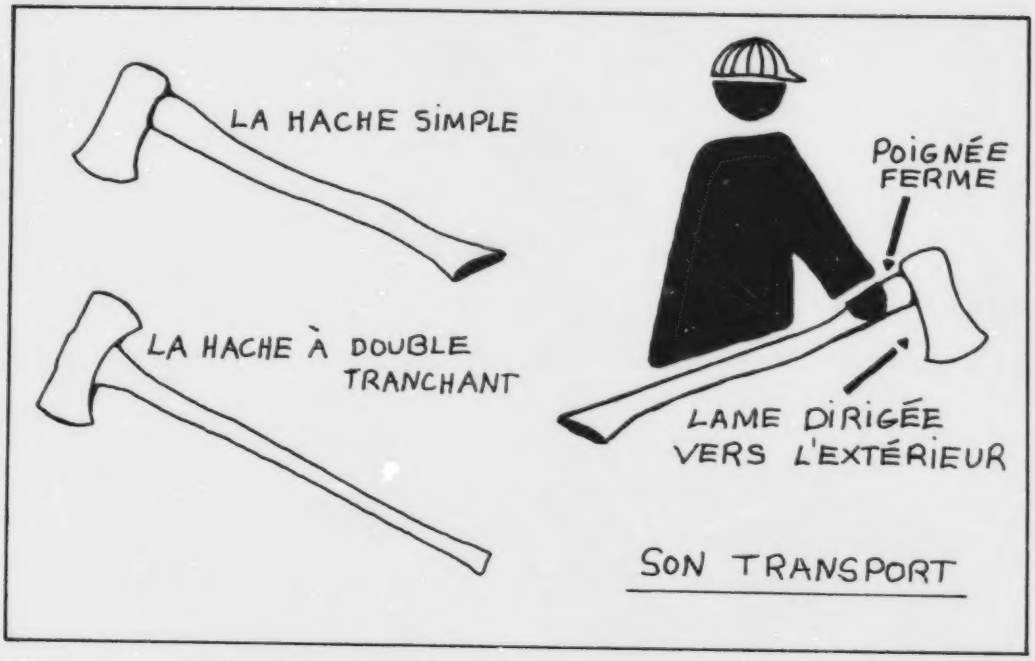


FIGURE 42 LA HACHE

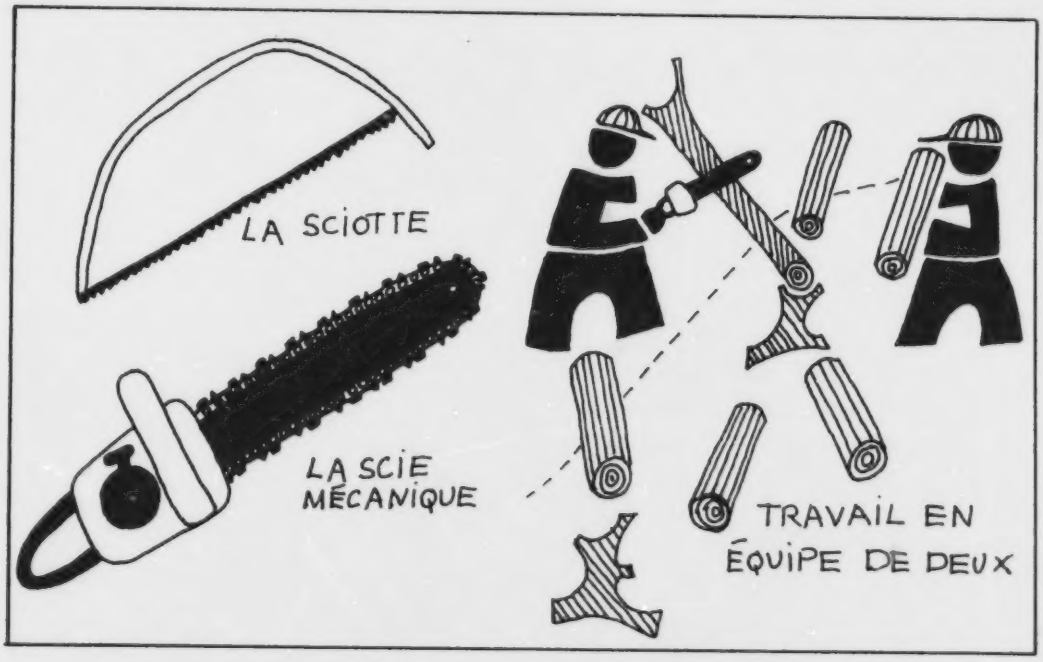


FIGURE 43 LA SCIE

généralisée, la hache n'est pratiquement plus employée pour abattre ou sectionner les gros combustibles tels que les arbres, les billes et les chicots. Elle conserve néanmoins son utilité pour couper les racines et les broussailles et pour enlever certaines branches des arbres. Même quand des scies sont utilisées pour la construction de lignes d'arrêt, la hache constitue toujours un instrument indispensable.

6.1.2 Sécurité

Il est possible de réduire considérablement les dangers relatifs à l'utilisation d'une hache en respectant rigoureusement les quelques règles de sécurité suivantes:

a) Préparer les haches pour leur transport en les plaçant dans une boîte de bois appropriée ou en les attachant soigneusement, par groupes de 4 à 6, près de la lame et à l'extrémité du manche.

b) Eviter de transporter une hache sur l'épaule. Retenir plutôt l'outil par le manche en exerçant une poigne ferme près de la lame et en prenant soin d'incliner légèrement le tranchant vers l'extérieur comme le montre la figure 42.

c) Maintenir un espacement suffisant entre les combattants afin d'éviter les accidents lors de la construction des lignes d'arrêt.

d) Entretenir soigneusement l'instrument et le mettre de côté si une réparation d'urgence ne peut être effectuée. Il est excessivement dangereux de travailler avec une hache mal aiguisée ou dont le fer n'est pas solidement fixé au manche.

6.2 LA SCIE

On ne saurait se passer d'une scie pour combattre un feu de forêt, surtout si ce dernier se développe dans de gros combustibles. La scie doit être utilisée partout où elle permettra d'éviter un gaspillage d'énergie et de temps.

6.2.1 Description

La scie est l'instrument le plus employé pour couper les matériaux ligneux qui nuisent aux opérations de combat ou qui sont nécessaires pour des travaux secondaires. On utilise habituellement deux types de scie dans la lutte contre les feux de forêt, soit la *sciotte*, outil formé d'une monture métallique et d'une fine lame dentelée longue d'environ 42 pouces, ainsi que la *scie mécanique*, instrument très répandu dans les chantiers de coupe de bois.

La scie mécanique se présente en une foule de modèles différents. Ceux qui se prêtent le mieux pour les opérations relatives au combat des incendies forestiers pèsent de 12 à 18 livres et sont équipés d'un moteur d'une puissance de $3\frac{1}{2}$ à 6 c.v.. Ces types de scies mécaniques permettent d'exécuter tous les travaux de tronçonnage requis pour l'application des techniques de lutte.

Depuis que la scie mécanique est employée par la quasi totalité des ouvriers forestiers, on a tendance à rejeter systématiquement la sciotte. Celle-ci devrait pourtant encore faire partie de l'outillage de combat des feux puisqu'elle peut rendre des services appréciables. Dans certaines catégories de combustibles (arbres petits et dispersés), la sciotte se révèle supérieure à la scie mécanique, non pas que le volume de travail est augmenté (il faut souvent deux ou trois hommes munis d'une sciotte pour produire autant qu'un combattant équipé d'une scie mécanique), mais bien parce que son utilisation entraîne une plus faible dépense d'énergie.

La sciotte se transporte assez facilement et son coût d'achat est peu élevé. Par conséquent, s'il est difficile de réquisitionner un nombre suffisant de scies mécaniques ou s'il faut équiper un groupe important de combattants, la sciotte s'avérera souvent le seul instrument à utiliser.

6.2.2 Tâches réalisées

Les divers travaux effectués à l'aide d'une scie sont associés plus ou moins directement aux opérations de combat d'un feu. La scie sert, par exemple, à abattre les arbres qui gênent l'approche d'un hydravion sur le bord d'un lac ou qui encombrent l'emplacement d'un camp à construire, à couper le bois nécessaire pour la construction d'un quai ou l'alimentation des poêles, à nettoyer et à construire des héliports, à débarrasser les sentiers conduisant au feu, etc.

Dans les opérations de combat comme telles, on utilise surtout la scie pour abattre et tronçonner les gros combustibles qui gênent l'établissement des lignes d'arrêt ou qui constituent une menace sérieuse lors de la réalisation d'un brûlage et de la phase d'extinction finale. Dans le chapitre 7, nous décrirons certaines techniques d'abattage et de tronçonnage des bouleaux et des chicots situés à proximité d'une ligne d'arrêt, techniques qui faciliteront le travail de la machinerie utilisée pour effectuer le débroussaillage.

6.2.3 Utilisation

L'exécution de la majorité des travaux réalisés à l'aide d'une scie mécanique peut être considérablement accélérée en fournissant un aide à l'opérateur. Ainsi, quand une ligne d'arrêt est établie à travers des combustibles gros et denses, il n'est pas nécessaire de réquisitionner un grand nombre d'outils de ce genre. Si les opérateurs de scie sont constitués en équipes de deux, ils pourront facilement se remplacer toutes les 30 minutes; de plus, avec une telle organisation, on n'a besoin que d'un seul opérateur expérimenté pour entretenir l'instrument et juger les conditions limites de son utilisation.

Lors de la construction d'une ligne d'arrêt, les scies servent surtout à abattre les chicots et les arbres nuisibles et dangereux, tant pour les combattants que pour les opérations de lutte. C'est là une tâche qui requiert beaucoup d'habileté car elle comporte des difficultés et des risques sérieux. En général, on a avantage à abattre tous

les chicots situés dans la région de la ligne; cependant, selon leur position, ils doivent être renversés soit du côté intérieur, soit du côté extérieur de cette ligne. L'opérateur de scie doit donc savoir diriger les chicots à abattre, principalement pour ceux dont le tronc est incliné dans la mauvaise direction. Les chicots sont abattus à angle droit par rapport à la ligne; seuls ceux qui sont situés trop à l'intérieur de la ligne peuvent être renversés de ce côté.

6.2.4 Sécurité

La scie, particulièrement la scie mécanique, est un instrument susceptible d'occasionner de graves accidents. Par conséquent, tous les combattants doivent être renseignés sur les dangers qu'entraîne l'usage d'un tel outil et sur les règles élémentaires de sécurité à observer dans son maniement. Ces règles concernent la protection de l'opérateur et des personnes situées à proximité ainsi que la prévention des feux de forêt.

6.3 LA PELLE

De tous les instruments utilisés sur une ligne d'arrêt, la pelle est le plus répandu et le plus utile. Comme la hache, elle peut servir au cours de toutes les phases du combat et elle s'avère très pratique aussi bien en attaque directe qu'indirecte. La pelle constitue l'outil de support par excellence pour les autres types d'équipement de combat.

6.3.1 Tâches réalisées

Employée comme outil de combat des feux, la pelle sert essentiellement à *couper*, *creuser*, *gratter* ainsi qu'à *lancer* de la terre. Ces quatre fonctions fondamentales, illustrées dans la figure 44, ont pour but de mettre en application les principes de base de l'extinction d'un feu, soit l'élimination de l'air, la réduction de la chaleur et la séparation des combustibles.

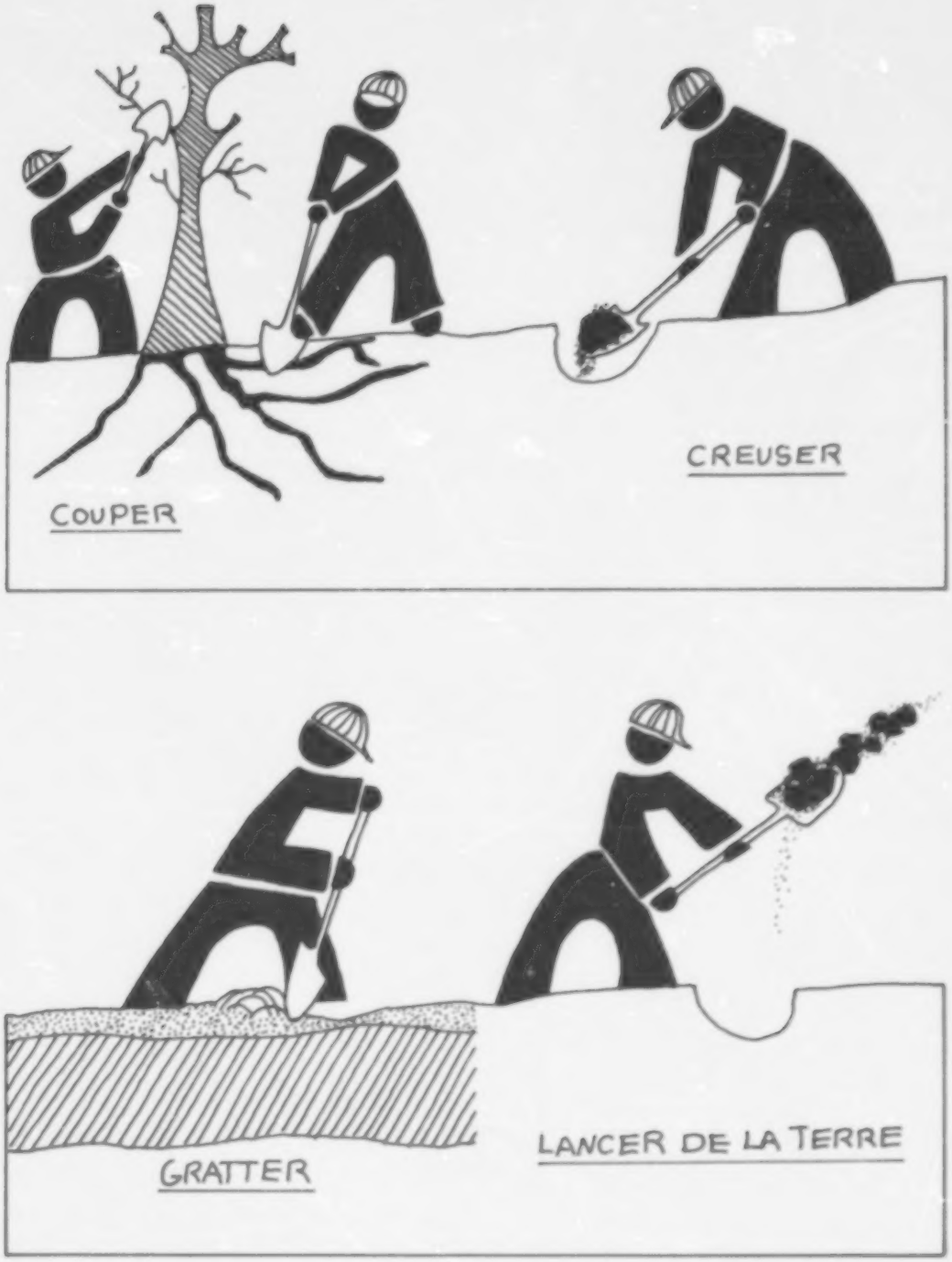


FIGURE 44 LES QUATRES FONCTIONS DE LA PELLE

La pelle est avant tout un instrument servant à déplacer de la terre. Le grattage et le creusage réalisés à l'aide d'une pelle aboutissent aux mêmes résultats qu'avec un bulldozer en ce qui concerne le type d'intervention accomplie. Dans le même sens, quand une pelle est utilisée pour lancer de la terre sur un foyer, cette opération est similaire à celle consistant à arroser un incendie avec de l'eau.

A cause de ses caractéristiques, la pelle est l'outil qui se prête le mieux pour la construction et la surveillance des lignes d'arrêt, l'extinction des points menaçants ainsi que pour l'exécution des opérations d'extinction. Cependant, les quatre fonctions auxquelles sont utilisées les pelles ne peuvent pas être réalisées sur tous les feux de forêt à cause de l'existence de certains facteurs limitatifs. Ces facteurs sont la nature des combustibles de surface, la structure du sol et de l'humus, ainsi que la disponibilité de terre minérale. Discutons brièvement chacun de ces facteurs:

1) Combustibles de surface

Nous avons vu dans les chapitres précédents que le volume, la dimension, la disposition et l'état des combustibles affectaient l'intensité de la chaleur dégagée et le taux de progression de l'incendie. Comme la pelle est un outil de faible portée, une chaleur intense pourra empêcher les combattants d'utiliser la méthode directe et par conséquent, de lancer de la terre sur le foyer. S'il est impossible de s'approcher à une quinzaine de pieds au moins de la bordure du feu, alors les pelles devront être employées suivant la méthode indirecte pour creuser la tranchée centrale.

2) Structure du sol et de l'humus

La profondeur, la composition et l'état de l'humus qui se trouve en bordure de l'incendie, ainsi que la structure du sol situé en dessous, constituent quatre éléments importants pour déterminer l'ampleur des obstacles à la lutte, la méthode d'attaque à utiliser et les meilleures fonctions que peut remplir une pelle. On devra alors se rappeler que les tâches réalisables à l'aide d'une pelle ne sont pas nécessairement

toutes recommandables sur le plan de l'efficacité du travail. Par exemple, il est possible d'enlever à l'aide d'une pelle une couche d'humus épaisse de deux pieds, mais l'application de cette opération ne serait pas pratique sur une grande distance. De plus, si la couche de combustibles de profondeur repose sur une assise rocheuse, il sera à peu près impossible de nettoyer efficacement une tranchée.

3) Disponibilité de terre minérale

La disponibilité de terre minérale à la bordure de l'incendie représente un facteur de premier ordre pour assurer l'efficacité de la pelle lors du combat des feux. Il est impossible d'utiliser la technique de lancement s'il n'existe pas à proximité un sol à texture sablonneuse. Par conséquent, la localisation d'une ligne d'arrêt, basée exclusivement sur des facteurs tels que la nature des combustibles et la pente, risque de ne pas être aussi avantageuse que si les combattants disposaient d'un meilleur approvisionnement en terre minérale.

6.3.2 Utilisation

Nous avons vu que la pelle était utilisée pour accomplir quatre fonctions de base. Examinons maintenant par quelles techniques ces différentes fonctions peuvent être remplies. Les explications suivantes aideront les combattants munis de pelles à passer d'une fonction à une autre pour s'adapter aux conditions particulières de la lutte.

1) Coupage

En attaque directe ou indirecte, la pelle peut à l'occasion servir à couper les petites branches et les broussailles. On l'emploie davantage pour couper l'humus et les combustibles de surface lors de l'attaque initiale, pendant la construction d'une ligne d'arrêt ainsi qu'au moment de l'extinction finale.

2) Creusage

En *attaque directe*, cette technique est utilisée pour séparer les combustibles en ignition des matériaux intacts et ce, jusqu'au sol minéral; elle est employée au stade de l'attaque initiale et peut être combinée avec le lancement de terre.

En *attaque indirecte*, la pelle sert à enlever l'humus et les combustibles de surface pour former une tranchée au centre de la ligne d'arrêt.

Enfin, la technique de creusage est employée pendant les *opérations de surveillance*. Elle sert alors à découvrir dans le sol les endroits d'où se dégage de la fumée et à éteindre ces foyers avec du sable.

3) Grattage

Le dégagement du sol minéral nécessaire à l'application des méthodes directe ou indirecte peut être réalisé rapidement à l'aide d'une pelle lors de l'attaque initiale. Par un mouvement latéral de l'outil, on peut enlever la mince couche de combustibles qui recouvre certains sols ou surfaces rocheuses. Une couche d'aiguilles, de feuilles ou de mousse de 2 à 4 pouces d'épaisseur s'enlève facilement par grattage.

Au cours des phases de surveillance et d'extinction, la technique de grattage s'avère aussi très utile pour enlever les tisons ou morceaux en ignition qui persistent sur des troncs, des souches ou des chicots. Cette opération est considérée comme très efficace parce que la séparation des combustibles est réalisée dans tous les cas.

4) Lancement

Le but poursuivi par l'utilisation de la technique de lancement diffère selon les méthodes de combat employées.

Avec la *méthode directe*, la pelle sert à répandre de la terre

minérale de façon à diminuer l'intensité de la chaleur par refroidissement, en absorbant la chaleur, et par étouffement, en réduisant l'approvisionnement du brasier en oxygène. Le lancement de terre contribue à ralentir la progression du feu, prévient le développement des feux de cimes et autorise les combattants à s'approcher de la bordure de l'incendie. Pour être efficace, on doit lancer la terre à la base des flammes en s'efforçant de disperser les matériaux; cette habileté ne peut s'acquérir qu'avec de la pratique.

Avec la *méthode indirecte*, la technique de lancement permet d'établir une ligne d'arrêt en surface à partir de terre minérale prise dans des trous creusés à l'extérieur de la ligne à tous les 20 ou 30 pieds (figure 45). Il s'agit essentiellement de former une étroite bande de terre qui soit continue. Cette méthode s'applique surtout durant la première phase de la lutte puisque l'influence d'une telle ligne, en raison de la teneur en humidité de la terre minérale, de la quantité et de la disposition des combustibles de surface, risque de ne pas se faire sentir très longtemps.

On doit considérer le lancement de terre minérale comme une *mesure temporaire et urgente* de combat; cette opération ne contribue pas en soi à éteindre un incendie parce qu'elle n'agit que partiellement sur la combustion. Toutefois, une ligne d'arrêt de surface peut être améliorée en humidifiant la terre répandue ou en creusant une tranchée jusqu'au sol minéral.

6.3.3 Organisation du travail pour la construction d'une ligne d'arrêt

Une ligne d'arrêt peut être construite rapidement avec des pelles en formant une équipe de cinq combattants (figure 46). Deux hommes, travaillant ensemble, ont pour tâche de couper les combustibles de profondeur de chaque côté de la tranchée. Ils sont suivis par un troisième homme qui sépare les combustibles en morceaux. Un quatrième homme, travaillant dans la tranchée, enlève les morceaux d'humus et les dépose sur le côté extérieur de la tranchée. Enfin, un cinquième combattant peut effectuer s'il y a lieu le nettoyage final de la tranchée.

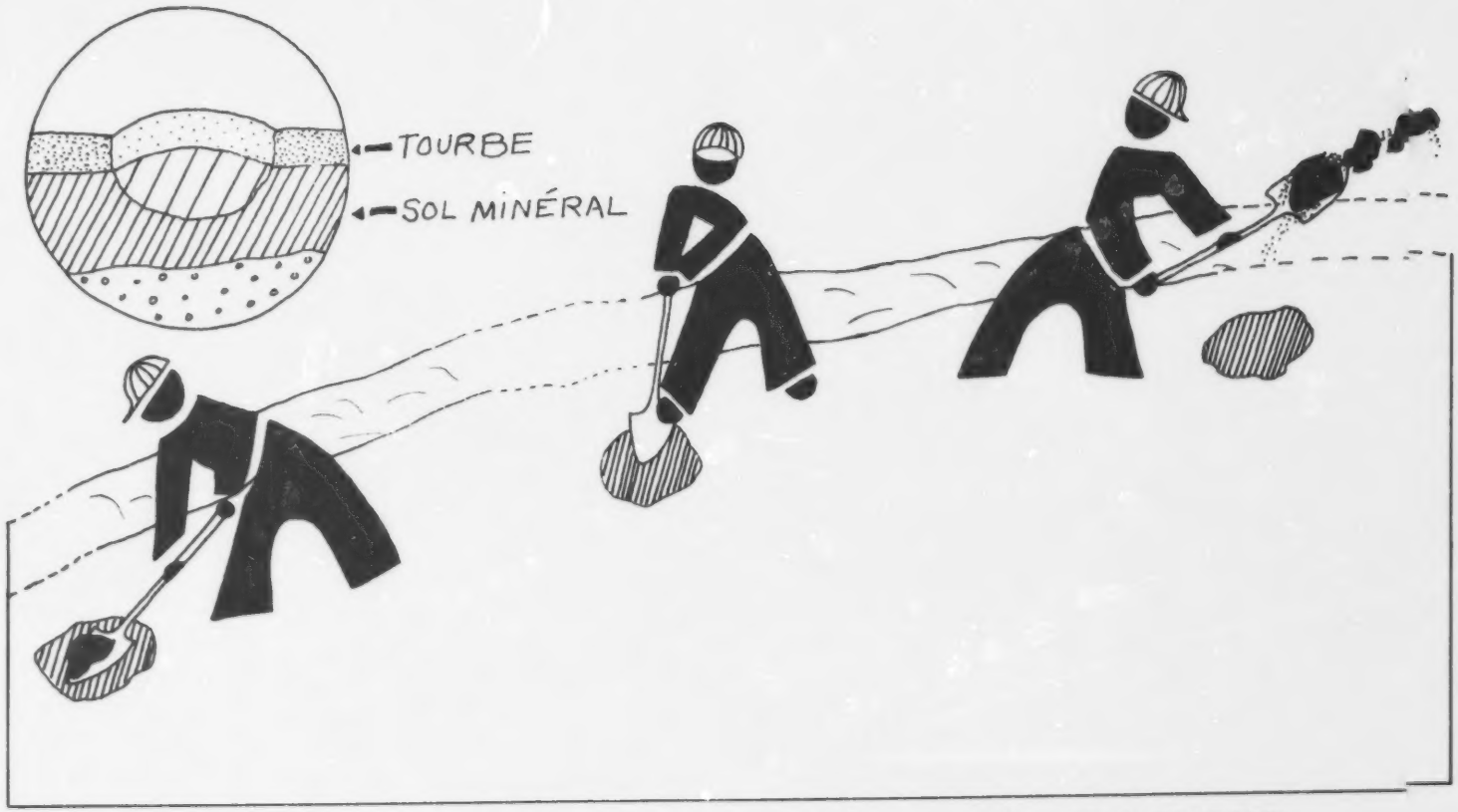


FIGURE 45 UTILISATION DE LA TECHNIQUE DE LANCEMENT POUR LA CONSTRUCTION DE LIGNES D'ARRÊT EN SURFACE

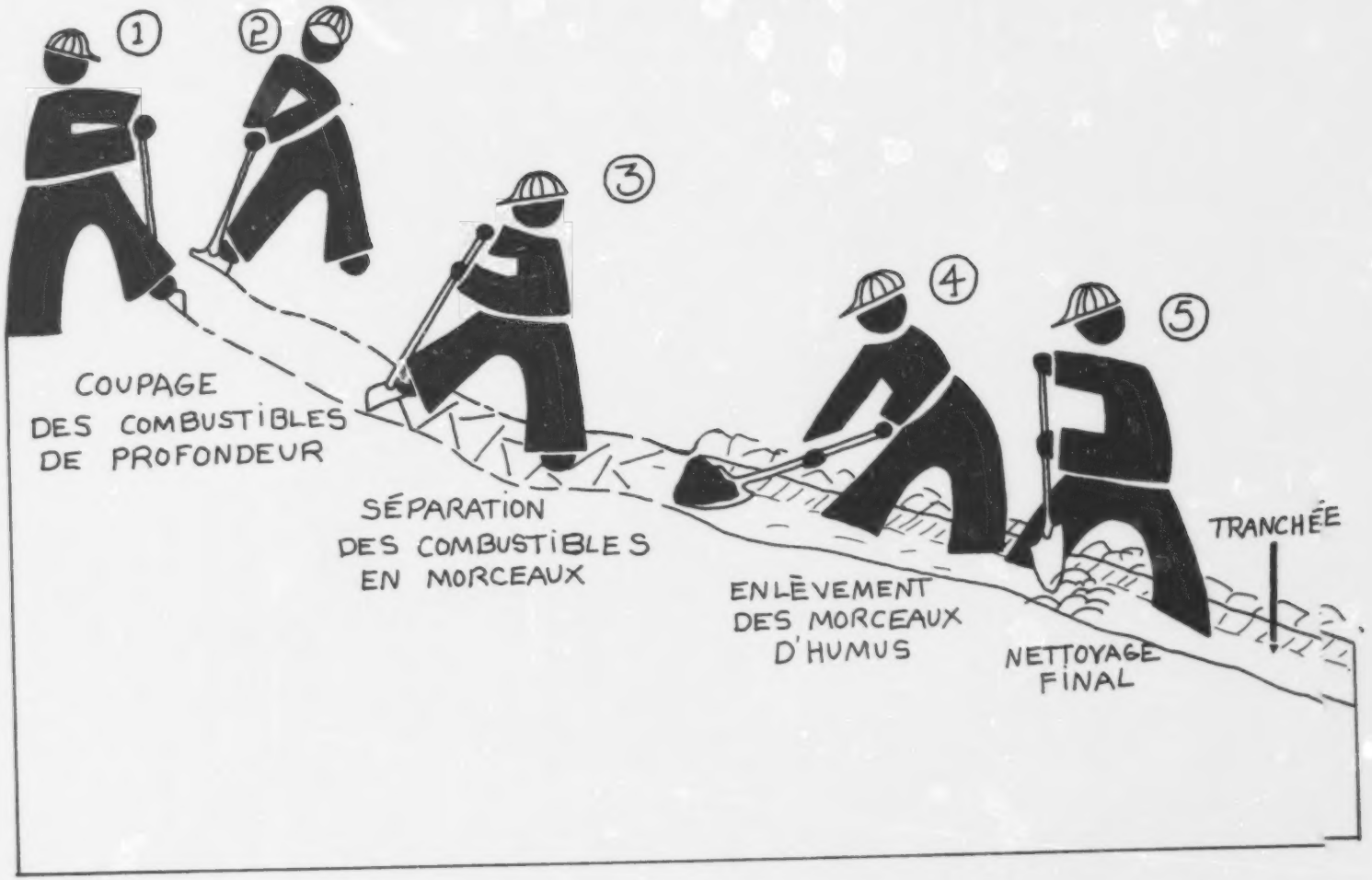


FIGURE 46 CONSTRUCTION D'UNE LIGNE D'ARRÊT À L'AIDE D'UNE PELLE

6.4 LA PIOCHE

Un des plus vieux outils utilisés par l'homme, soit la pioche, est encore employé avantageusement pour combattre les feux de forêt. La pioche existe en une multitude de modèles différents qui ont été dessinés pour accomplir des travaux agricoles, forestiers, militaires ou autres. Au Québec, les types de pioches les plus répandus chez les organismes de protection sont le pic-pioche et le pulaski (figure 47).

6.4.1 Description

Le pic-pioche est un outil composé d'un fer à pointe (pic) et à houe (lame carrée large de 3 à 4 pouces placée horizontalement) assemblé à un manche de bois par son milieu. Sur certains modèles, le pic est remplacé par une lame coupante d'environ deux pouces de largeur.

Le pulaski, pour sa part, est un outil formé d'une lame de hache et d'une houe d'environ trois pouces de largeur qui s'attachent à un manche de bois. Il pèse environ cinq livres et son manche mesure quelque 36 pouces. C'est probablement l'outil le plus dangereux pour combattre un feu de forêt à cause de son double tranchant et de la position inversée des plans de coupe.

6.4.2 Tâches réalisées

La pioche, combinée à un pic ou à une lame de coupe, constitue un outil particulièrement bien adapté pour la construction de lignes d'arrêt, surtout si la couche de combustibles située en surface est formée d'un humus assez compact traversé de nombreuses racines. Elle est aussi pratique pour enlever les combustibles de surface légers, mais son rendement est alors inférieur à celui du râteau. Ce type de pioche sert indifféremment à *couper*, *râcler* et *gratter* comme le démontre la figure 48; toutefois, la qualité du travail réalisé tend à être assez peu satisfaisante et il y a avantage à utiliser cet outil de concert avec d'autres instruments, comme la pelle par exemple.

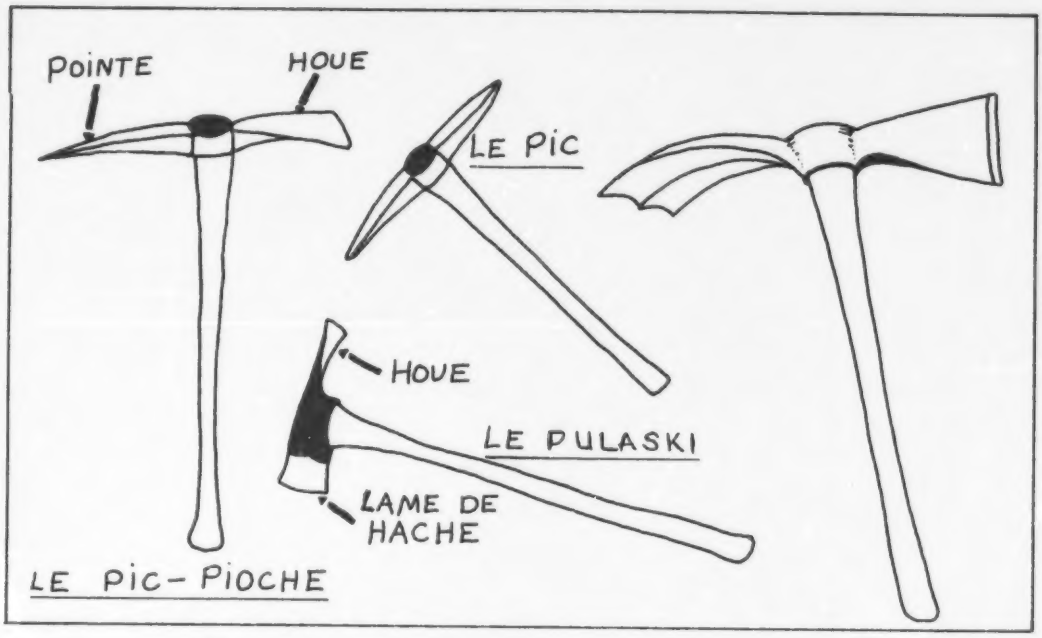


FIGURE 47 LA PIOCHE

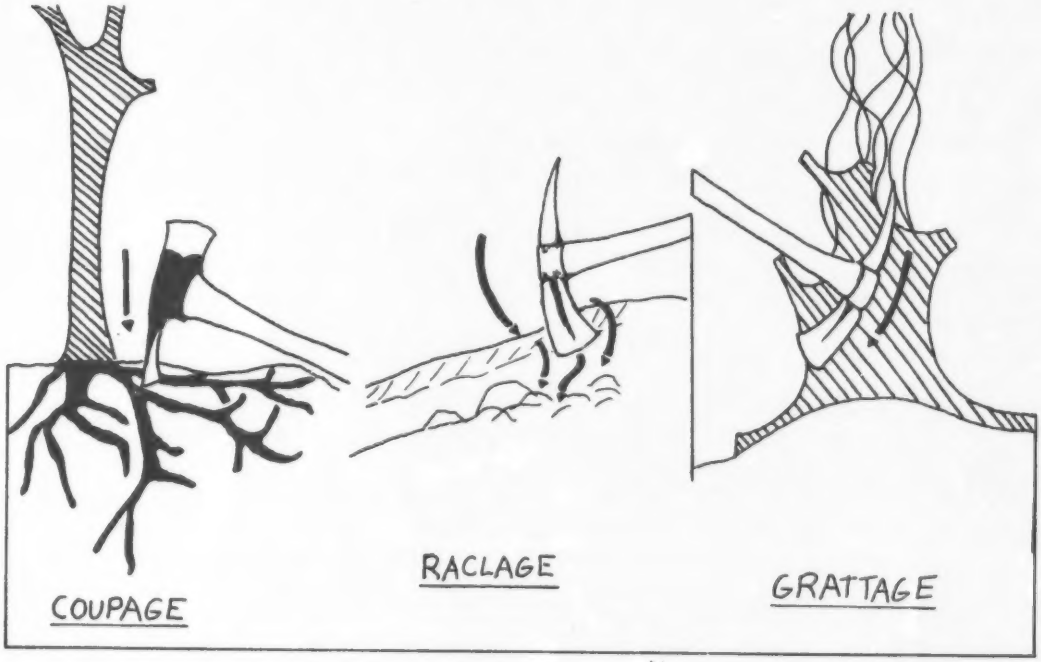


FIGURE 48 LES FONCTIONS DE LA PIOCHE

Le pulaski est surtout un outil destiné à couper des matériaux. La partie semblable à une lame de hache est très pratique pour sectionner de gros combustibles de surface, tels que des arbres renversés, alors que la houe sert principalement à accomplir les premières opérations de dégagement du sol minéral, quand la couche de surface comporte un système radiculaire assez développé. Le pulaski fournit un excellent rendement lorsqu'il est employé avec une pelle et un réservoir à eau au cours des périodes de surveillance et d'extinction. Il est très apprécié pour dégager les points menaçants localisés en profondeur ou à travers un dense réseau de racines, pour remuer la terre, pour démolir les chicots et les souches pourries, etc.

6.4.3 Utilisation

Le pic placé à l'extrémité du fer d'un pic-pioche sert surtout à défoncer le sol, à remuer la terre et l'humus, ainsi qu'à briser et à enlever des cailloux. A cause de sa forme, il ne peut être utilisé à d'autres fins.

La lame coupante située à l'une des extrémités du pulaski ou de certaines catégories de pioches s'emploie comme une hache. A cause de son poids élevé, l'usage de cet outil entraîne une dépense d'énergie considérable et il est préférable de recourir à la hache, si l'on avait à s'en servir pendant une longue période.

En général, la houe placée sur le pic-pioche et sur le pulaski est utilisée avec satisfaction pour couper la litière ou sectionner un réseau de racines peu dense; par contre, elle présente parfois quelques inconvénients puisqu'elle a tendance à glisser sur les combustibles lorsque l'opérateur effectue un mouvement de grattage pour enlever certains débris. Celui-ci doit alors exercer une pression descendante sur le manche pour faire pénétrer l'outil dans le sol; cet effort supplémentaire entraîne une augmentation de fatigue et fournit malgré tout un résultat décevant, à moins qu'une pelle ne soit utilisée en surplus.

Lors de la construction d'une ligne d'arrêt, on tranchera

généralement le côté extérieur à l'aide d'une pelle. Deux ou trois hommes munis de pulaski couperont ensuite le côté intérieur de la tranchée et renverseront, si possible, la tourbe sur le côté extérieur. Il est préférable de compléter l'enlèvement des débris au moyen de pelles.

La pioche est surtout employée dans une attaque indirecte. En effet, avec la méthode directe, les combattants devraient être placés du côté intérieur de la ligne d'arrêt pour arriver à séparer convenablement les combustibles. Cette opération n'est évidemment pas réalisable.

La localisation des lignes d'arrêt, *basée sur la connaissance des facteurs qui limitent l'usage de la pioche*, s'effectue de la même manière qu'avec la pelle. Ces deux outils fournissent un bon rendement dans un sol composé d'un humus de 4 à 6 pouces d'épaisseur.

6.5 LE RATEAU

De tous les outils utilisés pour nettoyer une ligne d'arrêt, le râteau est de loin le plus efficace et le plus facile à manipuler. C'est un instrument indispensable pour compléter le travail amorcé à l'aide des autres outils manuels.

6.5.1 Description

Le râteau est formé d'une traverse métallique munie de dents séparées et ajustées en son milieu à long manche. Pour le combat des feux de forêt, on utilise trois modèles différents, soit le râteau à feuilles, le râteau de jardinier et le râteau Rich (figure 49).

Le râteau à feuilles est équipé de longues dents flexibles; c'est un outil fragile qui peut être utilisé seulement pour déplacer des matériaux légers. Il est impossible de râcler avec ce type de râteau car il n'est pas suffisamment solide pour s'attaquer à des racines ou à de la tourbe.

Le râteau de jardinier est parfois employé pour combattre un feu de forêt. Ses dents rapprochées et rigides en font un instrument

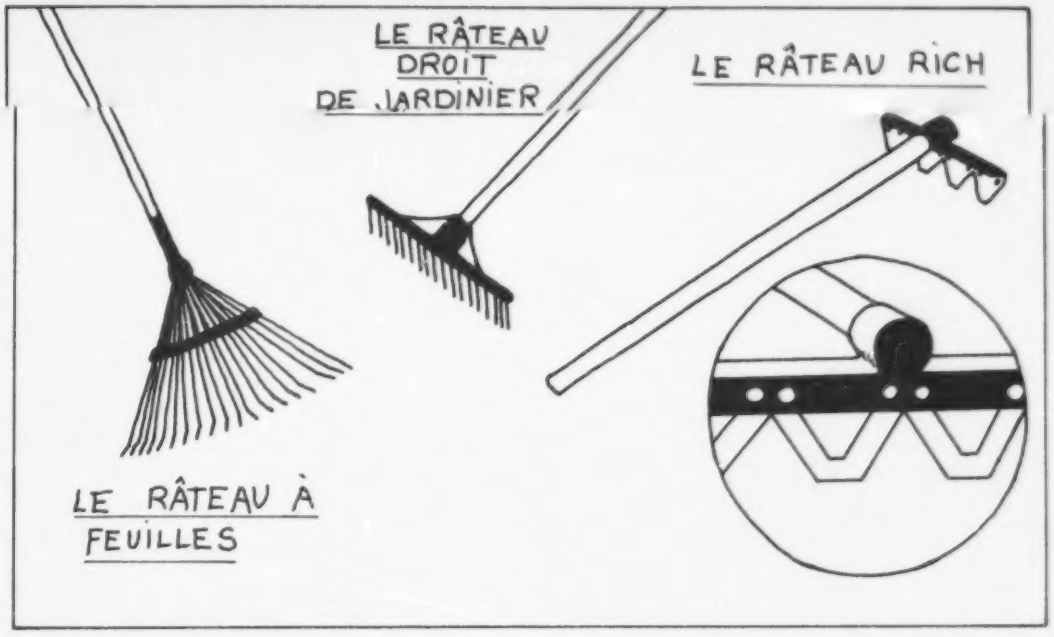


FIGURE 49 LE RÂTEAU

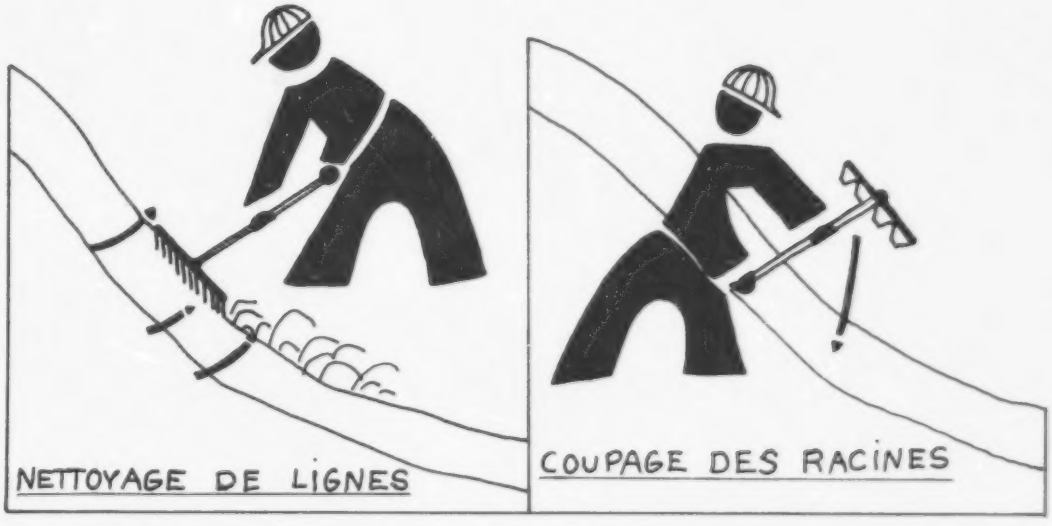


FIGURE 50 LES FONCTIONS DU RÂTEAU

précieux pour déplacer de la terre, des cailloux ou de petits matériaux de surface. Toutefois, il est impuissant dans un sol chargé de racines parce qu'il a tendance,soit à glisser sur la couche de combustibles à enlever, soit à s'y accorcher.

Le modèle de râteau le plus pratique à employer est le Rich. Cet outil a été dessiné pour corriger l'inconvénient majeur des autres râteaux, soit leur incapacité à couper les racines du sol qui forment un obstacle lors du nettoyage d'une ligne d'arrêt. Le râteau Rich est fait d'une lame d'acier trempé de 12 pouces de longueur, portant quatre dents triangulaires coupantes, et assujettie à un manche rond de quatre pieds et demi à cinq pieds de longueur. Cet outil est de construction assez solide pour couper et arracher des racines de faible diamètre.

6.5.2 Tâches réalisées

Comme son nom l'indique, le râteau à feuilles sert à ramasser les feuilles ou autres menus combustibles, sans déplacer la terre. Il ne peut être employé à d'autres fins à cause de sa fragilité. Le râteau de jardinier est un peu plus pratique; toutefois, son usage est souvent limité aux peuplements feuillus parce que le parterre forestier y est plus facile à travailler.

Le râteau Rich est le préféré des combattants. Comme l'illustre la figure 50, il sert à couper les petites racines et à enlever les débris végétaux placés au centre de la ligne d'arrêt. On l'utilise surtout avec la méthode indirecte pour effectuer le nettoyage final d'une ligne d'arrêt et ce, avant l'allumage du contre-feu. A cause de sa capacité de couper certains combustibles, ce type de râteau constitue le meilleur outil disponible pour lutter contre les feux d'herbe ou pour s'attaquer à une litière formée d'aiguilles de pin ou d'une épaisse couche de feuilles.

6.6 LE RESERVOIR A EAU

Depuis toujours, l'eau est utilisée pour l'extinction des feux de forêt. Toutefois, elle est rarement disponible aux endroits où elle s'avère nécessaire. Comme une motopompe ne peut souvent pas satisfaire toutes les exigences du combat des feux de forêt à cause des facteurs qui en limitent l'utilisation, un instrument précieux a été développé pour faire face à des situations exigeant l'apport d'eau, soit le réservoir à eau portatif avec pompe manuelle.

6.6.1 Description

Le réservoir à eau portatif muni d'une pompe manuelle se compose de deux parties différentes, soit un *récipient étanche* équipé d'un couvercle servant à faciliter le remplissage et une *pompe à eau manuelle* qui s'attache au réservoir à l'aide d'un boyau flexible. Cet instrument s'adapte sur le dos au moyen de bretelles pour en faciliter le transport.

Deux types de réservoirs sont couramment employés au Québec, soit le récipient rigide et le sac de toile imperméable (figure 51).

Le *réservoir rigide* construit en métal galvanisé, en fibre de verre, en polyéthylène ou encore en acier inoxydable, peut contenir de 3 à 4.5 gallons d'eau. Ce type de réservoir et la pompe qui y est attachée pèsent de 6 à 13 livres suivant la nature du modèle; rempli d'eau, son poids peut varier de 35 à 60 livres. Il a l'avantage de garder le dos de l'opérateur relativement sec, mais il est encombrant à remiser et à transporter.

Le *sac de toile* ressemble à un sac ou à une poche; il est habituellement doublé de caoutchouc pour le rendre imperméable. Les sacs récents sont fabriqués d'un matériel enduit de néoprène. Le boyau se rattache au sac à l'aide d'un raccord spécial qui se visse ou s'adapte instantanément. Un tel sac possède une capacité d'environ 4 gallons et ne pèse à vide, que de 4 à 7 livres. Le sac de toile a l'avantage d'être plus léger et moins encombrant pour le remisage ou pour le transport par

avion et par hélicoptère. Toutefois, il présente l'inconvénient de mouiller à la longue le dos de l'opérateur.

Le *boyau flexible* qui réunit la pompe manuelle au réservoir doit être suffisamment long pour ne pas entraver le travail de l'opérateur. Il est préférable d'utiliser les modèles de boyau qui peuvent se détacher facilement aussi bien du réservoir que de la pompe; cette caractéristique facilite grandement leur entretien et leur remisage.

La *pompe manuelle* constitue la partie la plus importante de cet outil. Elle sert à projeter l'eau contenue dans le réservoir sous forme d'un jet dirigeable. Alors que le choix d'un réservoir est surtout conditionné par sa résistance, sa contenance et son encombrement, celui d'une pompe dépend plutôt du volume d'eau qu'elle déplace, de la pression qu'elle développe, de sa résistance et de sa facilité d'opération et d'entretien.

La pompe manuelle la plus répandue est la pompe à coulisse à simple action; elle se compose d'un cylindre, d'un piston et d'une lance munie d'un gicleur. La plupart des pompes utilisées présentement comportent une rondelle de compression placée dans le haut du cylindre. Celle-ci est fabriquée à l'aide d'une corde tressée enduite de graphite; cette matière assure l'étanchéité du cylindre et lubrifie le piston de bronze. Sur les modèles récents, la rondelle de compression est placée à l'extrémité du piston; elle est faite de néophène et possède l'avantage d'éviter les pertes d'eau et de pression. Cette rondelle peut s'adapter sur les anciens modèles et ne nécessite qu'une légère lubrification.

Avec ce dernier type de pompe, toute l'eau contenue dans le cylindre est déplacée à chaque coup de piston, alors qu'avec le modèle dont la rondelle de compression est placée à l'extrémité du cylindre, seulement la moitié de l'eau contenue dans ce cylindre est projetée à l'extérieur. Cet inconvénient est compensé par les dimensions plus grandes de ce type de pompe en vue de fournir le même débit.

A l'extrémité extérieure du piston, on retrouve une *lance* munie d'un gicleur et d'un déflecteur. L'opérateur tient cette partie dans une main et actionne le cylindre avec l'autre. La lance permet de diriger le jet d'eau avec précision. En général, le gicleur d'une lance produit un jet concentré ayant un diamètre de un huitième de pouce à sa base; le déflecteur métallique, placé à l'extrémité de la lance, permet cependant d'appliquer l'eau en éventail. Quand cette pièce est absente, l'opérateur peut toujours placer son pouce à la sortie du jet d'eau.

6.6.2 Tâches réalisées

Grâce au réservoir à eau portatif, on peut assez facilement transporter de l'eau entre une source et un brasier, ainsi qu'augmenter l'efficacité de la lutte entreprise avec un volume d'eau réduit. De façon générale, le rendement de cet outil dépend beaucoup plus de la technique d'arrosage employée que de la quantité d'eau effectivement déversée sur le foyer d'incendie.

L'eau appliquée sur un brasier à l'aide d'une pompe manuelle ou autrement a pour effet de réduire la quantité de chaleur dégagée. Ce processus de refroidissement est mis en pratique par deux actions distinctes. La première consiste à déverser l'eau directement sur le feu et à réduire la chaleur par absorption. La seconde comporte l'application d'eau en avant de la bordure du feu afin d'offrir une résistance à l'incendie et de diminuer de beaucoup sa propagation.

Le rendement de toute application d'eau varie en fonction de la quantité qui est déversée, de la méthode d'arrosage utilisée et de l'intensité du feu. L'effet de ces trois facteurs sera analysé en détail au moment de l'étude du *cycle d'efficacité de l'eau* dans le chapitre 8.

Par l'utilisation d'un additif spécial, on peut accroître de façon appréciable l'efficacité de l'eau appliquée en avant de la bordure du feu. Cet additif, aussi appelé agent mouillant parce qu'il réduit la tension superficielle de l'eau, permet une pénétration rapide et profonde du liquide dans les combustibles; l'eau non traitée tend, en effet, à

demeurer en surface et est plus susceptible de s'évaporer. Le but de l'arrosage effectué avec une telle solution n'est donc pas de refroidir le brasier, mais bien d'augmenter la résistance au feu des combustibles. C'est pourquoi son utilisation exige que l'application soit réalisée en avant de la bordure du feu et non sur le feu lui-même.

Sachant qu'un réservoir portatif ne contient que quatre gallons d'eau environ, que chaque mouvement cyclique de la pompe laisse échapper de 3 à 4 onces de liquide et qu'au rythme de 20 décharges par minute la quantité d'eau déversée peut alors représenter tout au plus deux pintes, l'opérateur devra se rappeler que cet instrument demeure d'un emploi limité, soumis en particulier aux conditions suivantes:

a) L'outil peut être complètement efficace seulement dans la lutte contre les feux d'herbe, de feuilles ou de fougères (combustibles de surface légers).

b) La quantité d'eau pouvant être appliquée d'une manière pratique n'est pas suffisante pour refroidir, sous le point d'inflammabilité, un brasier alimenté par des combustibles de surface moyens et grossiers.

c) La pression du jet et le volume d'eau déchargé ne sont pas assez élevés pour pénétrer une couche de combustibles en ignition et atteindre le sol minéral, deux conditions essentielles pour éteindre un feu d'humus.

d) La pompe manuelle a l'avantage de distribuer l'eau avec parcimonie, facteur important lorsque les sources d'approvisionnement sont éloignées ou peu abondantes.

e) Les considérations précédentes jouent principalement quand une pompe manuelle est utilisée seule. Le rendement de cet outil peut être grandement amélioré s'il est employé avec d'autres instruments de combat, comme la pelle et la pioche.

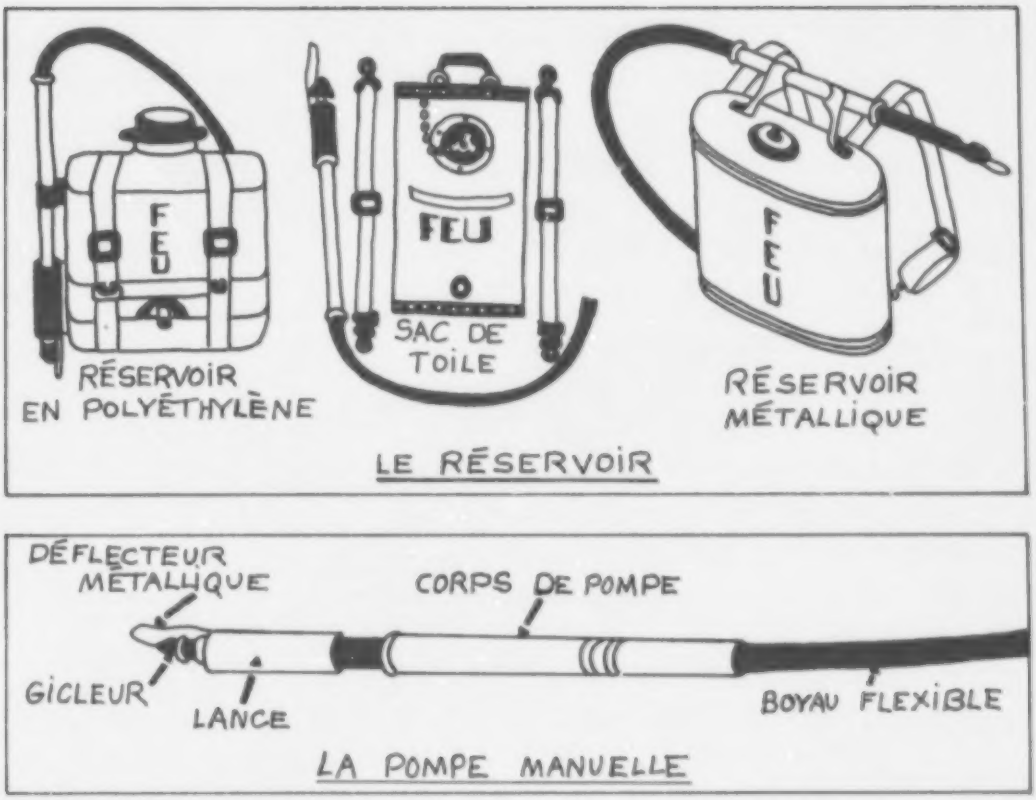


FIGURE 51 RÉSERVOIRS À EAU PORTATIFS AVEC POMPE MANUELLE

FIGURE 52 APPLICATION D'EAU PARALLÈLEMENT À LA BORDURE DU FEU

6.6.3 Utilisation

Avec une pompe manuelle portative, un combattant peut travailler à une certaine distance de la bordure d'un incendie. Cette caractéristique est particulièrement mise à profit pour éteindre les points menaçants avant l'arrivée des équipes de construction de lignes d'arrêt. En effet, la pompe manuelle peut projeter de l'eau jusqu'à une distance de 25 à 30 pieds, ce qui permet de l'utiliser sur les feux dégageant beaucoup de chaleur, lesquels éloignent normalement les combattants munis d'outils manuels conventionnels.

Quand un opérateur travaille à une distance de 15 à 30 pieds de la bordure du feu, l'eau projetée par la pompe se répand sur une étendue mesurant approximativement de deux à quatre pieds de largeur et de huit à douze pieds de longueur. Ce résultat ne peut être atteint que si la pompe est utilisée à son maximum de puissance. C'est pourquoi, il n'est pas recommandable d'appliquer l'eau à angle droit par rapport à la bordure du feu, car on en déverse ainsi environ la moitié sur des combustibles non brûlés et l'autre moitié sur le brasier lui-même, où elle n'est d'aucune utilité. Il est plutôt préférable de réaliser l'application d'eau parallèlement à la bordure de l'incendie; l'opérateur peut ainsi avancer le long du périmètre en arrosant de façon efficace la zone située en face de lui (figure 52).

En attaque directe, le jet d'eau devrait toujours être dirigé vers la base du foyer et non pas au-dessus des flammes où il perd de son efficacité par évaporation. A cause du faible volume d'eau dégagé à chaque coup de piston, il est avantageux d'utiliser l'instrument le plus près possible du feu; son efficacité diminue rapidement à des distances supérieures à 12 ou 15 pieds. Lorsque des broussailles ou des arbustes se dressent en obstacle entre l'opérateur et le foyer à éteindre, on peut accélérer le processus d'extinction et réaliser une économie appréciable d'eau en les coupant d'abord à l'aide de haches.

Chaque fois que la pompe manuelle est employée sur une faible portée (10 pieds ou moins), il est alors avantageux d'utiliser le

déflecteur en le pressant avec le pouce de manière à pulvériser le jet d'eau. Sur les petits combustibles, un jet large et fin est très efficace, alors que sur les plus gros combustibles, un jet concentré fournit un meilleur rendement. Ce dernier type de jet est essentiel dans le travail de précision ou de longue distance, alors qu'une quantité maximale d'eau est requise; on l'utilise, par exemple, pour éteindre un foyer situé dans le haut d'un chicot.

6.7 LE BRULEUR A PRESSION

Le brûleur à pression est un instrument indispensable pour lutter contre un incendie de forêt. Les combattants ont tendance à l'ignorer parce qu'ils considèrent que cet outil sert à accomplir une fonction qui est incompatible avec l'objet même du combat des feux. Comment peut-on songer à mettre le feu quand il faut plutôt chercher à l'éteindre? Telle est la question que plusieurs personnes se posent en découvrant un brûleur parmi l'équipement de combat.

6.7.1 Description

Le brûleur à pression est un outil qui sert à remplacer les différents moyens utilisés pour allumer un feu délibérément, tels que torches, allumettes, allumeurs, etc.

Il existe plusieurs variétés de brûleurs fonctionnant à l'huile lourde ou au pétrole; les uns sont de simples torches alors que les autres sont de véritables lance-flammes composés d'un réservoir à pression et d'un bec spécial relié au réservoir par un tube de caoutchouc. Ce dernier genre de brûleur produit une flamme de douze à vingt pouces de longueur, atteignant des températures de 1,500° à 1,800°F. Au Québec, on emploie surtout ce modèle parce qu'il est plus efficace que tout autre appareil. Il peut mettre le feu à des combustibles assez gros, même quand les conditions de température ne sont pas tellement propices au brûlage.

Comme il n'est pas approprié de décrire les nombreux modèles

de brûleurs à pression disponibles, nous nous limiterons à en donner les caractéristiques désirables et nécessaires.

a) Le brûleur doit être conçu pour utiliser un carburant facile à trouver et ayant un point d'inflammabilité élevé (ceci élimine le gaz propane, même s'il produit une flamme plus chaude).

b) Il faudrait éviter d'utiliser un mélange comme carburant (huile et gazoline par exemple) à cause des problèmes d'approvisionnement possibles et de l'augmentation des dangers d'opération.

c) Le réservoir devrait avoir une capacité de deux à trois gallons et être muni d'une pompe à air et d'un manomètre.

d) Le brûleur devrait être capable d'opérer sous une pression relativement basse, soit de 15 à 30 livres au pouce carré.

e) Le réservoir devrait être équipé d'un support et de bretelles pour faciliter son transport à dos d'homme.

f) Le bec devrait se détacher facilement et rapidement du boyau à l'aide d'un raccord instantané; toutefois, le boyau devrait être solidaire du réservoir.

6.7.2 Tâches réalisées

Le brûleur à pression sert essentiellement quand on a recours à la méthode d'attaque indirecte, laquelle nécessite la réalisation d'un contre-feu. Il est également utilisé lors des opérations de brûlage préventif; on allume alors le feu pour éliminer les combustibles non brûlés, disséminés à l'intérieur de la bordure d'un incendie.

Le brûleur à pression permet de mettre le feu à l'endroit précis où il doit être fait. Le long d'une ligne d'arrêt, c'est l'outil qui peut répandre le feu le plus rapidement. En laissant une certaine quantité de combustibles non brûlés au moment de l'application, ce brûleur permet enfin de brûler une litière très humide.

utilisation de machinerie lourde

Le recours à de la machinerie lourde (bulldozers, chargeurs, débusqueuses ou autres) pour combattre les feux de forêt représente l'une des pratiques les plus répandues au Québec. On tend à employer ces machines de plus en plus fréquemment à cause de leur disponibilité, de la facilité avec laquelle elles peuvent être acheminées sur les lieux d'un incendie, de leur utilité pour réaliser de nombreux travaux essentiels et surtout, de leur capacité à construire des lignes d'arrêt dans les pires conditions.

Il convient toutefois de mentionner que l'usage de machinerie ne constitue pas en soi une garantie de maîtriser rapidement un feu de forêt. La confiance excessive des combattants envers ces instruments, la mauvaise utilisation des techniques de construction de lignes d'arrêt ainsi que la négligence à compléter le travail à l'aide d'outils manuels et de motopompes, contribuent trop souvent à augmenter les frais de lutte et à gaspiller un temps précieux, sans atteindre pour autant les résultats escomptés.

L'emploi de machinerie lourde requiert de nombreuses connaissances et exige des préparatifs adéquats. Le présent chapitre traitera de l'opportunité de recourir à la machinerie lourde, des principaux éléments à considérer, du choix de l'équipement à réquisitionner, de la nature des techniques à mettre en oeuvre, du mode d'organisation à mettre en place et enfin, des mesures de sécurité à faire respecter pendant le déroulement des opérations de combat.

7.1 FACTEURS LIMITANT L'USAGE ET LE RENDEMENT DE LA MACHINERIE LOURDE

Avant même de s'interroger sur la nature des travaux qui pourraient être confiés aux machines, il importe d'examiner s'il n'existe pas de facteurs qui en interdisent ou en limitent l'utilisation. Les principaux éléments à considérer sont la disponibilité des machines, leurs moyens de transport jusqu'au feu, la topographie et la structure du sol minéral. Ces deux derniers facteurs conditionnent directement le rendement des tracteurs sur roues ou sur chenilles.

7.1.1 Disponibilité des machines lourdes

En général, la machinerie requise pour l'établissement de lignes d'arrêt, la construction de chemins d'accès ou la réalisation de travaux mineurs doit provenir de l'endroit le plus rapproché de l'incendie. Dans la majorité des cas, ces machines sont localisées dans les chantiers forestiers ou dans les chantiers de construction environnants.

Pour s'assurer que la machinerie requise puisse être mobilisée en cas d'incendie de forêt, il est prudent de consigner, au début de la saison de protection, la liste des machines utilisées dans chaque région. Ce recensement de la machinerie disponible doit comprendre, entre autres, toutes les informations concernant les accessoires de chaque machine, tels que treuil, toit protecteur, extincteur, phares, etc. De plus, des arrangements doivent être pris avec les propriétaires de ces équipements dès le début de la saison afin de fixer les conditions de location.

7.1.2 Moyens de transport de la machinerie jusqu'au feu

La capacité de transporter rapidement une machine le plus près possible d'un incendie constitue un facteur qui, à l'occasion, pourra affecter l'efficacité d'une intervention. Par exemple, le transport d'une machine aussi lourde qu'un bulldozer exige souvent la disponibilité d'un camion semi-remorque, à défaut de quoi le moment de l'attaque risque d'être retardé. Pour assurer l'acheminement de la machinerie, des préparatifs adéquats doivent donc être entrepris au niveau de chaque division de protection des forêts. Les facteurs suivants sont alors pris en considération: disponibilité des moyens de transport, connaissance du réseau routier, temps de déplacement et sécurité du transport.

1) Disponibilité des moyens de transport

Il y aurait peu d'avantages à inventorier la machinerie lourde susceptible d'être mobilisée dans une région donnée sans compléter le plan de combat par des informations sur la disponibilité des moyens de transport. Et quand on réquisitionne une pièce de machinerie, il est essentiel de pouvoir trouver à proximité un camion-remorque pour le transporter. Des arrangements doivent donc être pris au début de la saison de protection avec les propriétaires de machinerie afin de s'assurer que leur équipement puisse être acheminé rapidement en cas de besoin.

2) Connaissance du réseau routier

La largeur et le poids des véhicules qui transportent des machines lourdes pourront constituer des facteurs limites dans certains cas. Par exemple, sur les routes publiques, la circulation d'un camion-remorque est soumise à une législation stricte qu'il faudra respecter; le déplacement d'un tracteur très large s'effectuera avec plus de sécurité si le convoi est précédé d'une voiture de police, particulièrement sur les chemins à circulation dense.

L'état des chemins forestiers pourra aussi s'avérer un obstacle important à la circulation des camions-remorques. Encore ici, il

sera prudent de tracer au préalable le plan du réseau routier utilisable en distinguant les routes principales, les routes secondaires entretenues et non-entretenues ainsi que les chemins à voie unique. Ce plan devra également indiquer l'état et la capacité des ponts et ponceaux situés sur le parcours.

3) Temps de déplacement

Le déplacement de certaines machines est une opération qui exige beaucoup de temps. C'est pourquoi les plans de combat devraient inclure des indices permettant d'évaluer, pour une région déterminée, les temps de déplacement entre certains points stratégiques. A titre indicatif, on pourra utiliser les vitesses moyennes suivantes pour calculer le temps de déplacement d'un véhicule transportant un tracteur de grande puissance. Des échelles analogues peuvent être établies localement pour les autres machines.

Sur une route principale	30 mph
Sur une route secondaire	20 mph
Sur une voie unique	10 mph
Tracteur seul en forêt	1 à 4 mph

4) Conditions des routes

En sachant qu'un véhicule qui transporte une grosse pièce de machinerie se caractérise par une largeur et un poids considérables, il y a lieu de prendre certaines précautions afin d'éviter d'éventuels accidents ou retards et ce, principalement lorsque des chemins secondaires peu entretenus doivent être utilisés.

Dans certaines conditions, il sera prudent d'envoyer à l'avance un véhicule de reconnaissance muni d'un appareil radio. Cet éclaireur aura la tâche de baliser soigneusement la route à suivre et d'informer

le quartier-général des précautions à prendre. Au besoin, une équipe d'entretien munie de poutres et d'outils pourra être affectée pour renforcer les ponts ou préparer les approches des ruisseaux.

Si l'accès s'avère très difficile, un camion puissant devra être prévu pour aider le camion-remorque à gravir les côtes; ce camion pourra être chargé de carburant, de provisions et d'équipement. Enfin, si les conditions de la route ou l'état d'un pont apparaissent trop dangereux, il sera préférable de décharger le tracteur transporté et de confier à un opérateur la tâche de l'acheminer vers l'incendie. Il faudra surtout éviter de prendre des risques inutiles en songeant aux retards sérieux que la panne d'un camion-remorque pourrait occasionner au transport des combattants et des approvisionnements.

7.1.3 La topographie

La topographie du terrain conditionne largement la vitesse à laquelle la machinerie lourde peut se déplacer en forêt ou le temps mis pour construire une ligne d'arrêt. En général, les meilleurs rendements seront obtenus en terrain plat et sur des pentes d'une inclinaison de 10% à 15%. Cependant, si la pente devient trop forte, soit plus de 60%, une machine aura alors beaucoup de difficultés à reculer, entraînant des pertes de temps appréciables.

Lors de la construction d'une ligne d'arrêt en direction ascendante, une machine travaillera très lentement parce qu'elle devra lutter contre la gravité et que sa capacité de traction diminuera avec l'augmentation de la pente. Il sera alors préférable de faire travailler le tracteur du haut de la pente vers le bas.

7.1.4 La structure du sol minéral

Les conditions du sol affectent, elles aussi, la vitesse de déplacement d'une machine ou de construction d'une ligne d'arrêt. Le sol minéral doit être suffisamment solide pour supporter le poids de la machine et lui fournir un appui proportionnel à la quantité et à la

disposition des matériaux à déplacer. L'utilisation efficace d'un tracteur requiert un sol formé de sable, de terre ou de roc uni afin de permettre une traction ferme aux pneus ou aux chenilles. Notons cependant qu'une machine qui aurait à déplacer de grosses pierres occasionnerait des pertes de temps appréciables; il faut donc éviter les terrains très rocheux.

7.2 CONDITIONS DE CHOIX D'UNE MACHINE LOURDE

Considérant que la machinerie lourde est employée surtout pour la construction de lignes d'arrêt, les machines qu'on peut utiliser pour ce genre de travail sont peu nombreuses. Dans la pratique, le choix porte généralement sur le bulldozer, ou tracteur à chenilles, à cause de ses caractéristiques avantageuses. Le tracto-chargeur à chenilles (avec benne à gravier) et la débusqueuse sur roues (avec lame hydraulique) peuvent également être employés, mais leur emploi reste plus restrictif que le bulldozer. C'est pourquoi notre analyse portera davantage sur cette dernière machine.

Mentionnons que s'il est permi de choisir un bulldozer pour construire une ligne d'arrêt dans des conditions connues, la grande variété de machines utilisables exige que la décision soit basée sur des facteurs identifiés à l'avance dans un plan de combat. Les principaux éléments à considérer sont la puissance et l'état du tracteur ainsi que la présence d'un treuil, d'une lame hydraulique, d'un toit protecteur, de phares et d'un extincteur.

7.2.1 Puissance

Bien que le choix d'un bulldozer ne soit pas toujours possible, il est reconnu que les engins de la catégorie Caterpillar D-6 et D-7 sont de loin les plus avantageux. Leur transport cause moins de problèmes que celui des machines plus puissantes, leur déplacement se faisant plus rapidement et avec une plus grande sécurité. De plus, ils offrent une meilleure portée sur les terrains humides et une plus grande manoeuvrabilité en montagne. Enfin, ils accumulent moins de débris le long de la ligne d'arrêt, ce qui s'avère souvent un avantage au cours de la

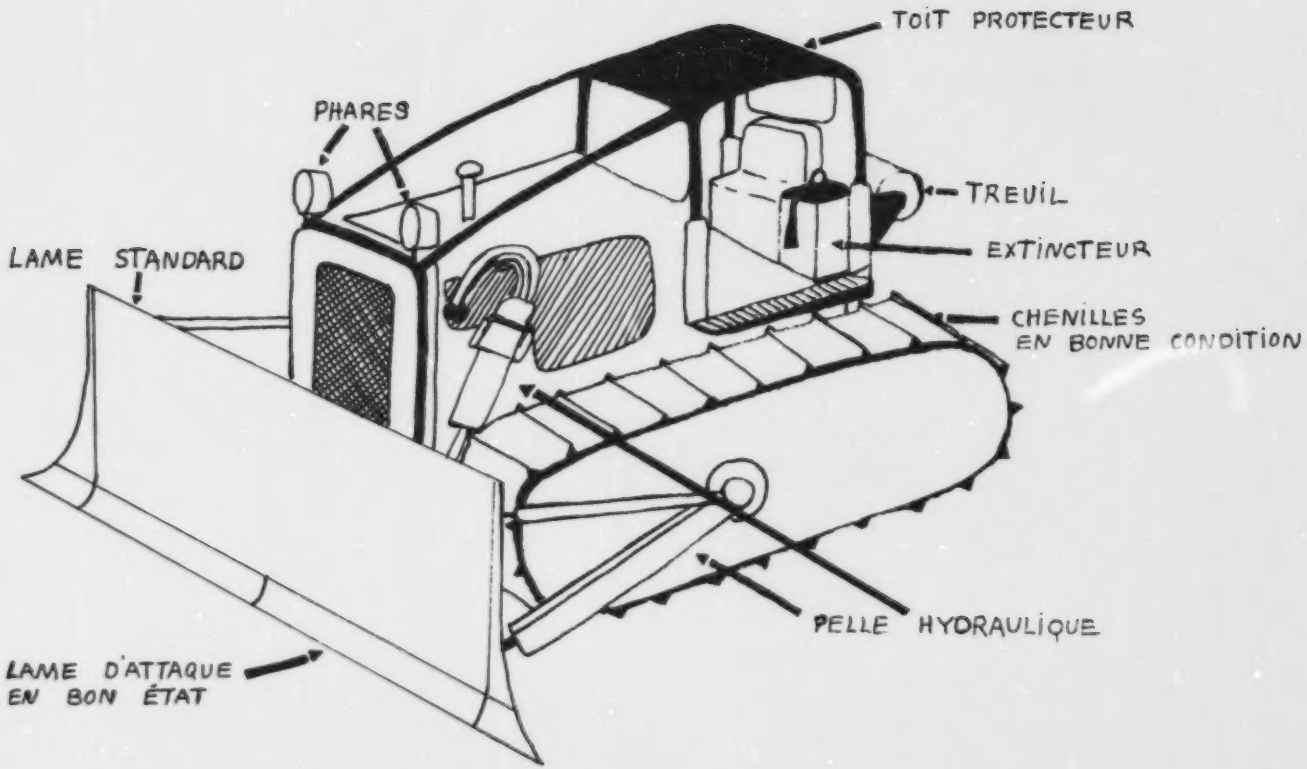


FIGURE 53 CHOIX D'UN BULLDOZER

période d'extinction. Le tableau suivant est destiné à faciliter la comparaison entre les différentes catégories de bulldozers en usage au Québec.

Tableau 5

PUISSANCES EQUIVALENTES DES BULLDOZERS

CATERPILLAR	INTERNATIONAL	ALLIS-CHALMERS	OLIVER	EUCLID
D - 4	TD-6 et TD-9	HD-5 et HD-6	OC-12	-
D - 6	TD-14 et TD-15	HD-9 et HD-11	OC-15	-
D - 7	TD-18 et TD-20	HD-15 et HD-16	OC-18	5
D - 8	TD-24 et TD-25	HD-19, HD-20 et HD-21	-	6
D - 9	-	HD-25	-	-

7.2.2 Etat

Dans certains cas, l'état d'un bulldozer constituera un facteur décisif pour la location d'une machine devant travailler dans des conditions difficiles. Pour apprécier l'état d'un tracteur, on peut se baser sur la réputation de son propriétaire et de ses opérateurs, sur une évaluation réalisée au moment de la préparation de l'inventaire des ressources de combat au début de la saison de protection ou encore, sur un examen attentif exécuté avant sa location ou son affectation.

L'inspection d'un bulldozer tiendra compte des facteurs suivants: apparence générale, âge (jamais plus de 10 ans), usure des chenilles, des rouleaux et des engrenages, étanchéité du système hydraulique, état de la lame d'attaque, condition du moteur, tension des chenilles, etc. Même si un bulldozer semble en excellente dondition, il est prudent de tenir à proximité les outils essentiels qui seront nécessaires pour en assurer la maintenance. Des réserves de carburant doivent être établies en quantité suffisante pour approvisionner les tracteurs en opération durant au moins deux périodes de travail.

7.2.3 Treuil

Le treuil est un instrument absolument indispensable pour un bulldozer qui travaille en forêt. Il permet à un tracteur de se dégager lorsqu'il s'est enlisé dans le sable ou dans un terrain boueux. Un bulldozer muni d'un treuil peut aussi aider à dégager une autre machine ou à la remorquer dans une pente très prononcée. En effectuant l'inspection d'un bulldozer, il faudra s'assurer que le cable du treuil est en bon état.

7.2.4 Lame

Un bulldozer peut être équipé d'une lame actionnée par un système hydraulique ou par un système de cables. Le premier système comporte des avantages incontestables pour la construction d'une ligne d'arrêt. En effet, à cause de la pression qui peut être exercée vers le bas, il est beaucoup plus facile au bulldozer de travailler en toute sécurité sur des plans inclinés, de déraciner les arbres, de déplacer les grosses roches et surtout, de se dégager s'il s'enlise dans un terrain humide ou s'enfourche sur une pierre ou une souche. On peut aussi avoir le choix entre un tracteur muni d'une lame ordinaire ou d'un râteau, ce dernier instrument est surtout utile pour déplacer des combustibles qui doivent être brûlés car il transporte moins de terre durant l'opération.

En évaluant les performances d'un bulldozer, il faut tenir compte de la largeur de la lame et de l'état de l'angle d'attaque. Il est important que la largeur de la lame soit en proportion avec la puissance du tracteur, sans quoi le temps de construction de la ligne d'arrêt pourra être augmenté considérablement. Une lame d'attaque coupante munie de coins effilés accélère l'exécution du travail quand le sol comporte de nombreuses racines.

7.2.5 Toit protecteur

Les règlements de sécurité exigent que les bulldozers qui travaillent en forêt soient munis d'un toit protecteur supporté par une

solide charpente d'acier. Cette précaution est particulièrement importante à respecter pour les machines utilisées au combat des feux car elles sont appelées à renverser des arbres.

7.2.6 Phares

Si le tracteur doit être employé au cours de la nuit, il est nécessaire qu'il soit muni de bons phares à l'avant et d'au moins un phare à l'arrière.

7.2.7 Extincteur

Comme les pièces de machinerie sont parfois appelées à travailler en bordure du feu, il arrive que des étincelles soient attirées sur le moteur par le déplacement d'air créé par l'éventail de refroidissement. C'est pourquoi il est prudent de munir les tracteurs d'extincteurs approuvés et même de les équiper d'une pelle, d'une hache et d'une chaudière.

7.3 PRINCIPES D'UTILISATION DU BULLDOZER POUR LA CONSTRUCTION DE LIGNES D'ARRET

L'action du bulldozer est basée sur le principe de la séparation des combustibles. Comme une telle machine ne peut pas séparer adéquatement les combustibles intacts des combustibles enflammés, le bulldozer est principalement considéré comme un outil d'application de la méthode d'attaque indirecte.

Le bulldozer travaille donc à une certaine distance de la bordure du feu. Il doit construire une ligne d'arrêt suffisamment large pour permettre le brûlage de la zone intermédiaire sans danger (feu de nettoiement), compte tenu de l'intensité probable de ce contre-feu.

Les combustibles et autres matériaux doivent être poussés vers l'extérieur de la ligne d'arrêt. Cependant, dans certaines circonstances nécessitant la protection d'objectifs importants ou la recherche

de meilleures conditions d'opération, il peut être indispensable de construire la ligne d'arrêt sur la bordure même du feu; dans ce cas, il faut pousser les matériaux à l'intérieur de la ligne d'arrêt, par crainte de transporter des combustibles enflammés dans la zone non brûlée et d'accélérer la propagation du feu. Cependant, il faudra ultérieurement étendre cet amas de combustibles pour faciliter l'extinction du brasier à l'aide de motopompes ou pour étouffer les flammes en mélangeant les matériaux avec de la terre minérale.

Même si l'établissement d'une ligne d'arrêt constitue l'essence même de la lutte contre le feu menée par un bulldozer, il ne faudrait pas oublier que cette machine est souvent utilisée à d'autres fins. Le nettoiement des emplacements de camp, la construction de voies d'accès ou d'héliports, le dépannage de certains véhicules et le transport de réservoirs d'eau obligent parfois certains tracteurs à délaisser leur poste le long de la ligne d'arrêt. La débusqueuse sur roues et le tracto-chargeur pourront toujours être utilisés avec profit pour l'exécution de ces travaux; il en résultera une plus grande disponibilité des bulldozers et la réalisation d'économies appréciables.

7.4 TECHNIQUES DE CONSTRUCTION DE LIGNES D'ARRET A L'AIDE DU BULLDOZER

La construction d'une ligne d'arrêt à l'aide d'un bulldozer s'effectue suivant des règles analogues à celles que respectent les combattants munis d'outils manuels. L'utilisation du tracteur exige cependant des précautions supplémentaires et une bonne connaissance de la nature du travail que cette machine peut accomplir.

Les étapes de construction associées à l'emploi d'un bulldozer sont respectivement l'abattage et le tronçonnage des arbres situés près de la ligne d'arrêt, l'ébauchage de la ligne, le dégagement du sol minéral et la finition de la ligne.

7.4.1 Abattage et tronçonnage des arbres

Si une ligne d'arrêt doit être établie à travers un chablis ou dans un peuplement comportant de nombreux chicots, il est recommandé d'utiliser des scies mécaniques pour abattre ou tronçonner les arbres renversés ou dangereux afin d'accélérer la construction de la ligne. Cette pratique permet d'établir une ligne plus propre tout en réduisant le volume des débris accumulés. Elle offre aussi une plus grande sécurité lors de l'abattage des arbres morts.

Pour tronçonner les arbres renversés de manière à faciliter et à accélérer le travail du bulldozer, on peut procéder de la façon suivante (figure 54):

- *Tronçonner complètement au centre* les arbres placés au milieu de la ligne, de travers ou dans le sens de la longueur, et couper sur la bordure intérieure de la ligne les tiges trop longues.

- Si le temps le permet, *tronçonner partiellement* les arbres du côté extérieur de la ligne d'arrêt.

L'abattage des chicots et des arbres morts (généralement des bouleaux) peut s'effectuer d'après la procédure suivante (figure 55):

- Abattre les tiges situées du côté intérieur de la ligne d'arrêt *vers le feu*; les tiges coupées dans la ligne d'arrêt ou à l'extérieur de sa bordure devraient être dirigées vers *l'extérieur de la ligne*.

- Abattre les tiges situées au milieu de la ligne d'arrêt à *hauteur d'épaule* afin d'en faciliter l'essouchement.

- Enfin, tronçonner partiellement les tiges du côté extérieur de la ligne d'arrêt pour faciliter leur déplacement ultérieur.

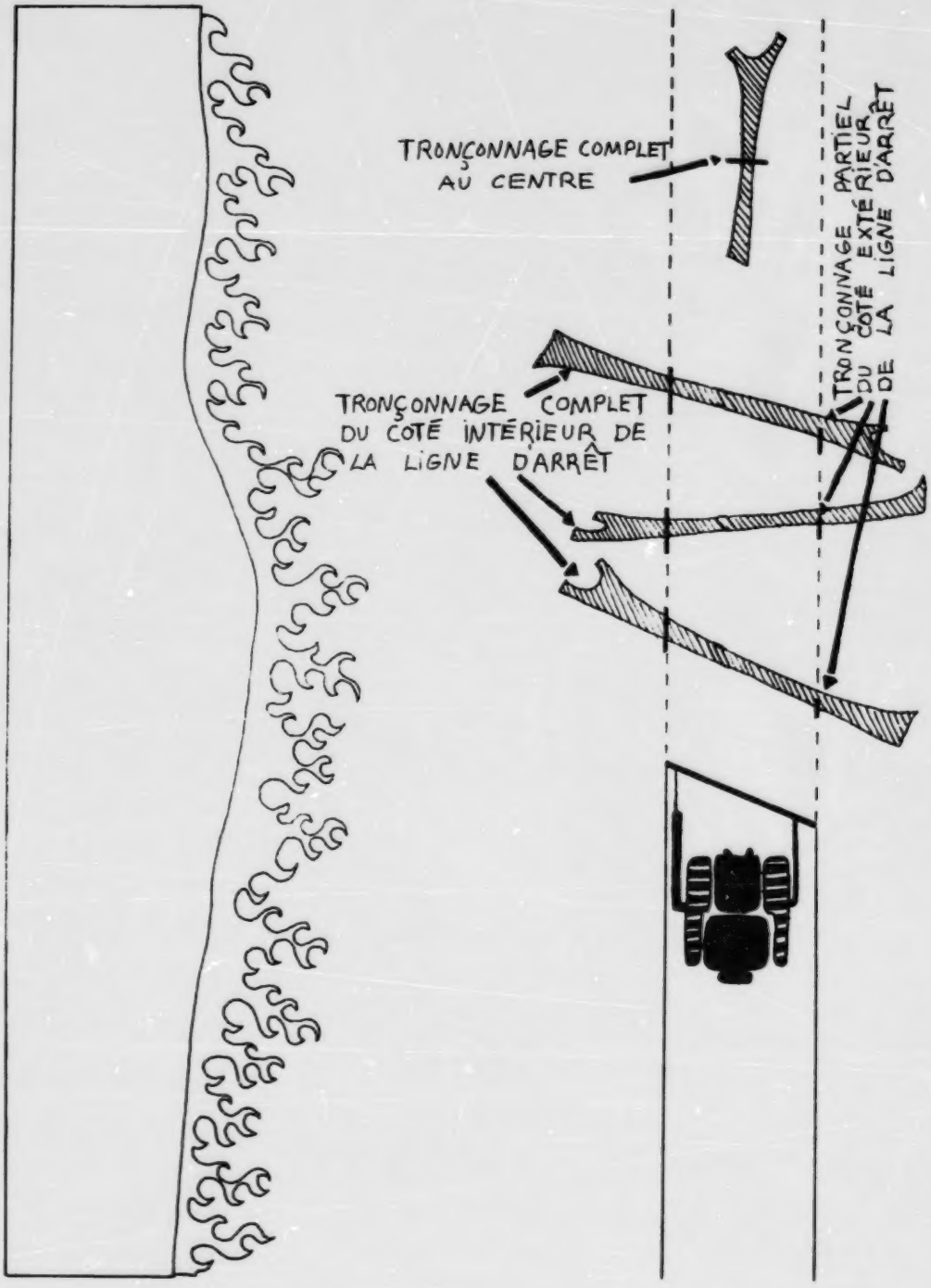


FIGURE 54 TRONÇONNAGE DES ARBRES RENVERSÉS

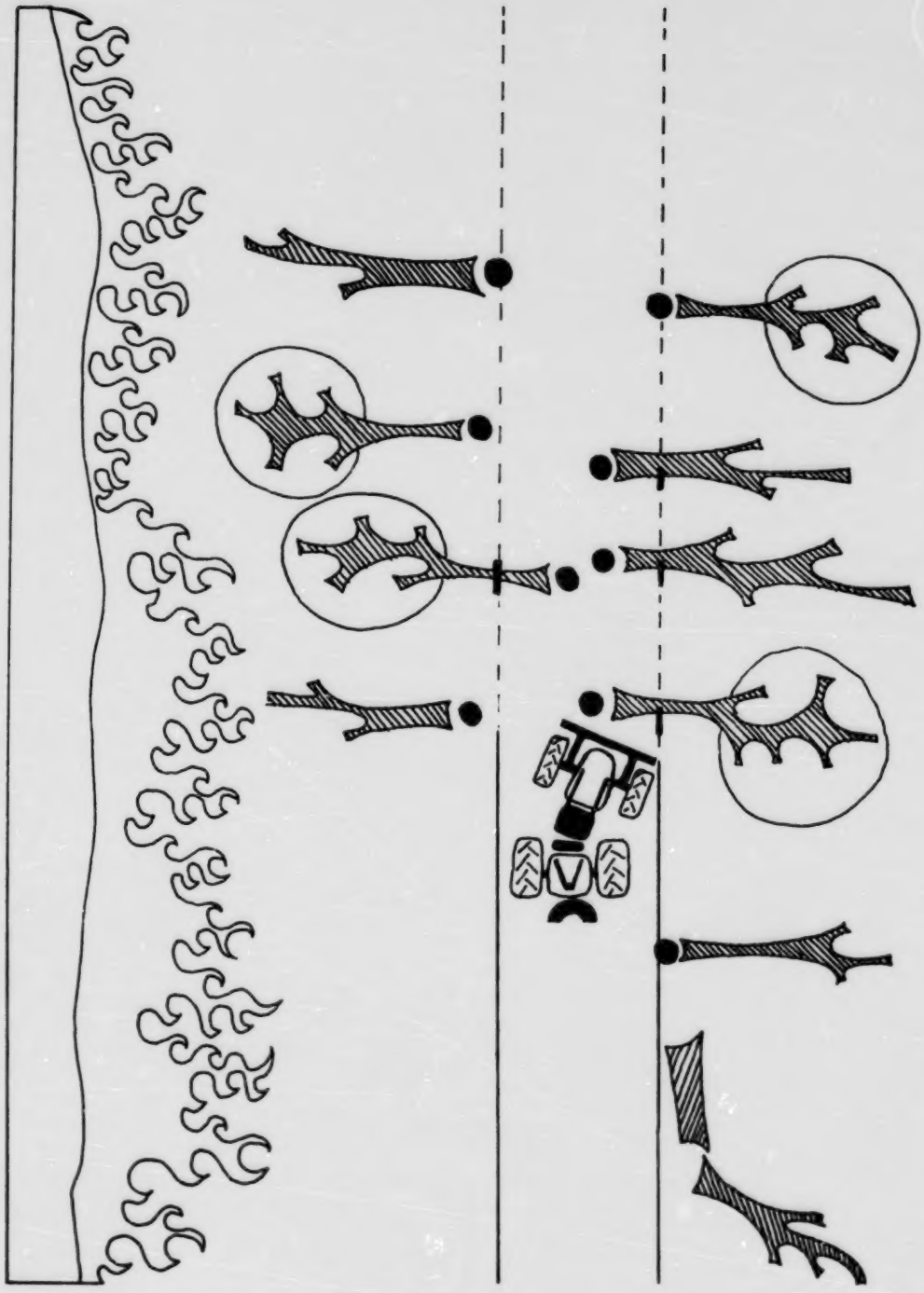


FIGURE 55 ABATTAGE DES ARBRES ET DES CHICOTS

7.4.2 Ebauche de la ligne d'arrêt

Dans la majorité des cas, le travail des bulldozers devrait être exécuté parallèlement à la bordure du feu, c'est-à-dire suivant la méthode indirecte. Cette façon de procéder permet d'augmenter considérablement la vitesse de construction d'une ligne d'arrêt; en effet, le tracteur ne perd pas de temps à avancer et à reculer sans cesse comme l'y oblige la méthode directe. Au cours de cette opération, la lame sera préférablement inclinée vers l'extérieur de la ligne afin d'y pousser les matériaux combustibles (figure 56).

L'utilisation simultanée de deux ou trois bulldozers sur une même ligne d'arrêt présente des avantages incontestables. Par exemple, cette pratique permet aux machines qui travaillent ensemble de s'aider mutuellement en cas de panne ou d'enlisement. S'il y a danger que des bulldozers soient cernés par les flammes, le regroupement de tracteurs s'avère alors indispensable.

Le principal avantage de faire travailler les bulldozers en équipe de deux est de permettre une répartition des tâches. Ainsi, c'est généralement à la machine la plus puissante et la mieux entretenue que revient la responsabilité d'ébaucher une ligne d'arrêt tracée dans un peuplement mûr ou dans une forte régénération de résineux. Le travail de ce premier bulldozer consiste à pousser les combustibles verticaux et ceux de surface à l'extérieur de la ligne d'arrêt. Sa tâche se résume donc à avancer en nettoyant la ligne, sans s'arrêter pour creuser jusqu'au sol minéral.

7.4.3 Dégagement du sol minéral

La deuxième opération exécutée par les bulldozers a pour but d'enlever les combustibles de profondeur et de mettre à nu le sol minéral. En principe, la ligne doit être suffisamment large pour empêcher le feu de la traverser; cependant, pour réduire au minimum le volume de débris accumulés et pour accélérer le travail de construction, on se limite dans la pratique à dégager une bande aussi mince que possible, soit

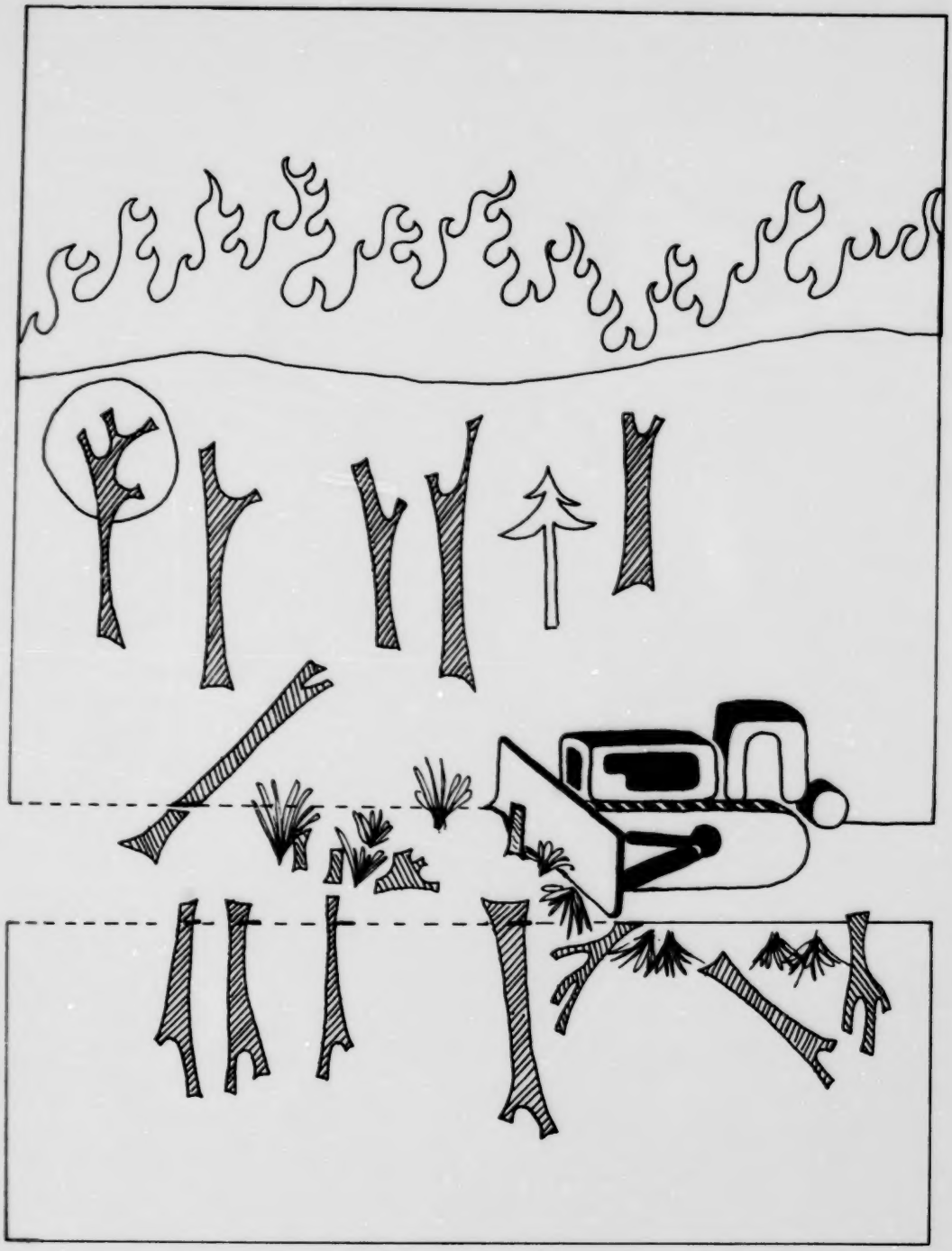


FIGURE 56 ÉBAUCHAGE DE LA LIGNE D'ARRÊT

la largeur de la lame du bulldozer. Il faudra éviter de construire un véritable " boulevard " car cette solution n'améliorerait pas vraiment la capacité de retenue de la ligne d'arrêt, malgré les frais encourus.

Si l'équipe de bulldozers compte trois machines, le travail du deuxième tracteur se limite à celui de dégager le sol minéral en enlevant les combustibles de profondeur. Par contre, si elle n'en comporte que deux, le second bulldozer doit compléter seul la finition de la ligne de suppression. Il faut se rappeler que c'est toujours le deuxième tracteur qui dicte la vitesse de progression des travaux; on doit donc y affecter le meilleur opérateur de l'équipe.

Sur les terrains en pente, le dégagement du sol minéral doit toujours être réalisé suivant la *technique de recouvrement*. La lame du tracteur est alors placée de manière à recouvrir les combustibles entassés d'un côté de la ligne à l'aide des déblais enlevés du côté opposé (figure 57). Même si le feu est situé dans la partie inférieure de la pente, le temps économisé par l'emploi de cette technique compensera pour l'accumulation supplémentaire de combustibles qui pourront être atteints par le feu. Lorsque l'incendie aura été maîtrisé, il sera cependant nécessaire d'éparpiller l'amas de débris recouvert de terre afin de permettre l'extinction complète du brasier.

7.4.4 Finition desla ligne d'arrêt

La finition de la ligne d'arrêt est généralement confiée à un second tracteur. Les opérations de finition consistent à nettoyer complètement la ligne jusqu'au sol minéral, à disperser les débris accumulés du côté intérieur de la ligne d'arrêt, à renverser les chicots qui présentent des dangers et à élargir la ligne.

Dans un peuplement vivant, l'élargissement de la ligne d'arrêt s'effectue en écrasant les combustibles le long de la bordure intérieure. Pour effectuer ce travail rapidement, il faut nécessairement repasser au même endroit ou utiliser un autre bulldozer qui se déplace en maintenant sa lame à environ 18 pouces du sol (figure 58).

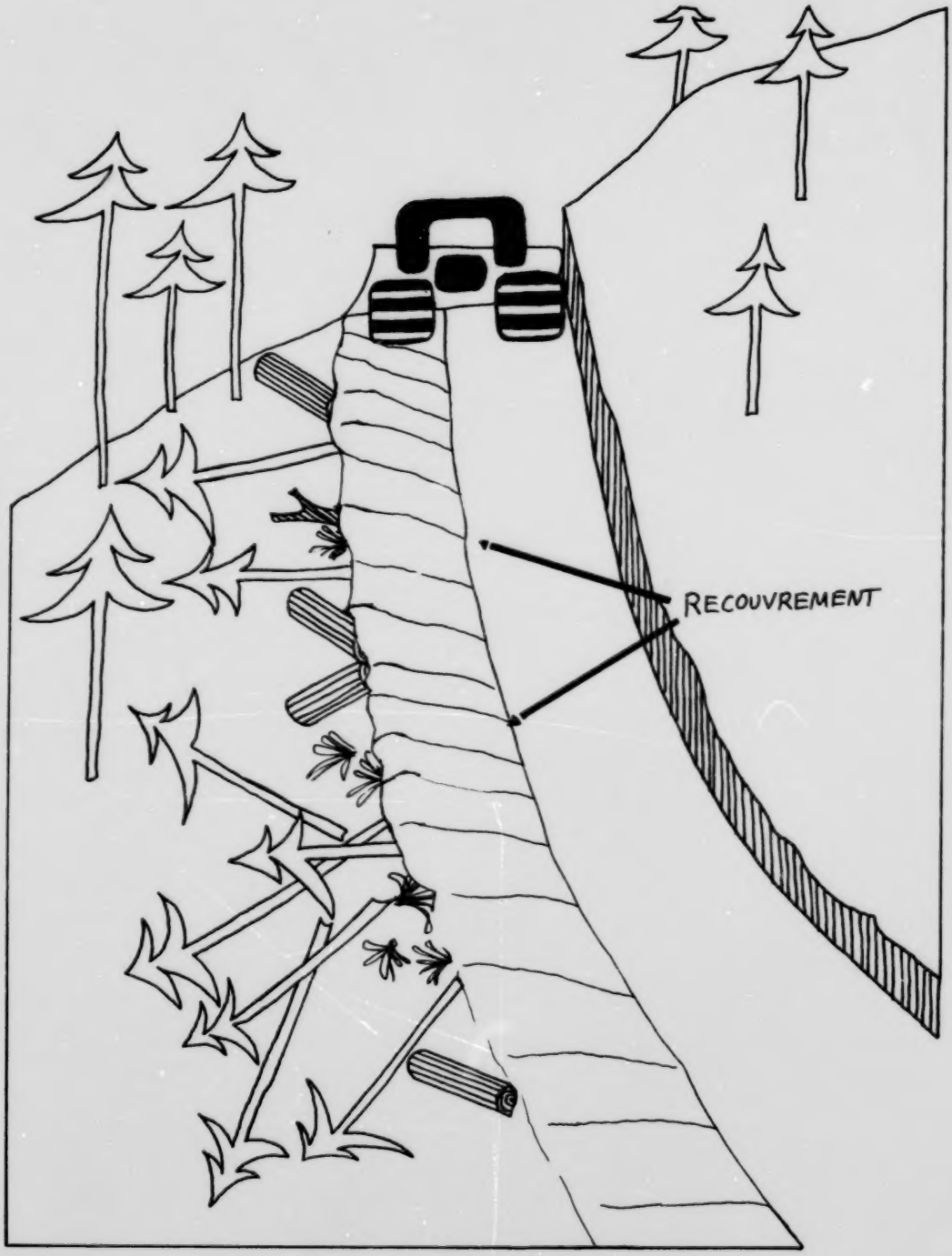


FIGURE 57 TECHNIQUE DE RECOUVREMENT

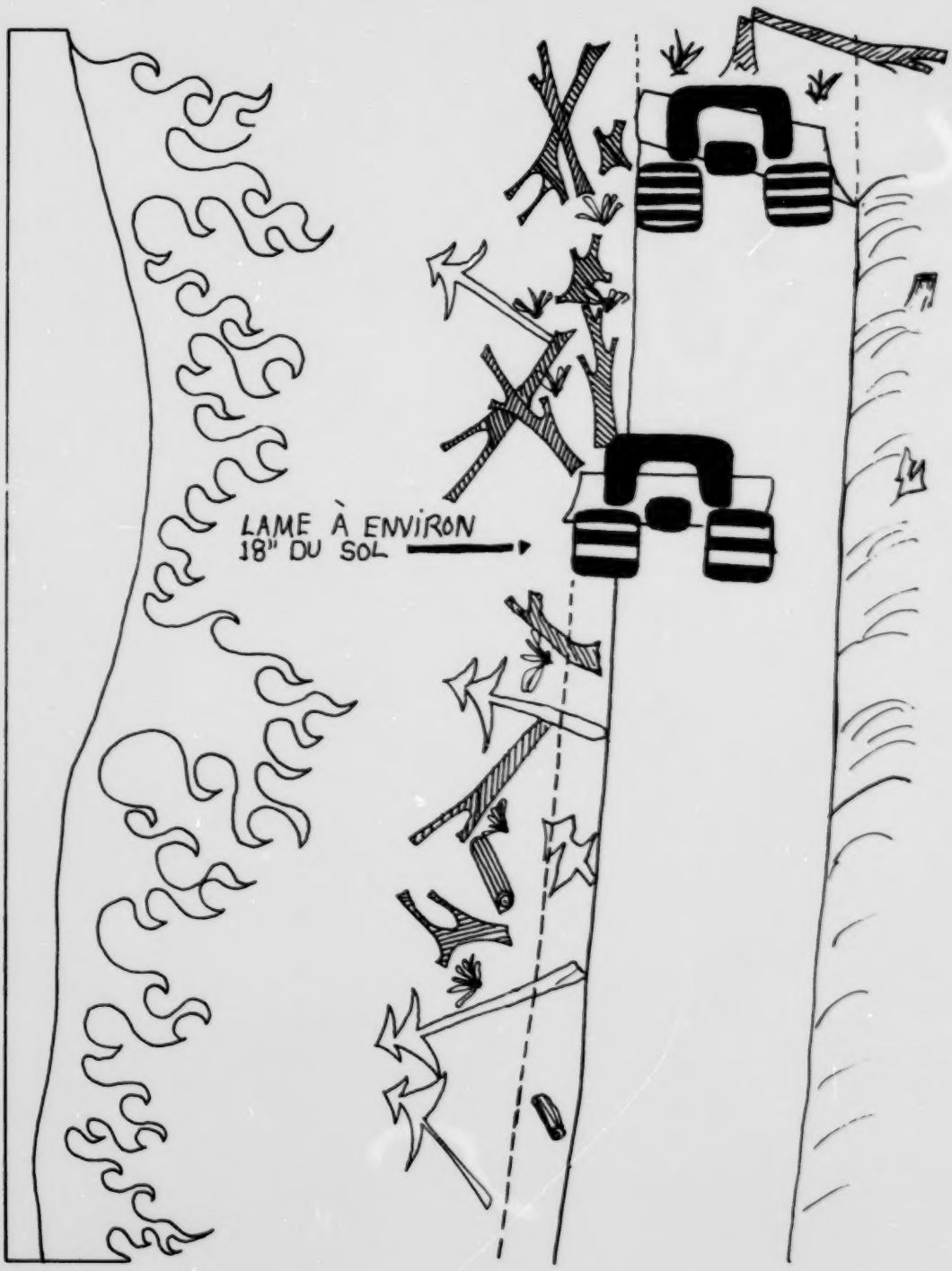


FIGURE 58 ÉLARGISSEMENT DE LA LIGNE D'ARRÊT

7.5 ORGANISATION DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION D'UNE LIGNE D'ARRET A L'AIDE DE BULLDOZERS

L'établissement d'une ligne d'arrêt de longueur déterminée est généralement confiée à une unité de combat composée de deux catégories de personnel exerçant chacune des fonctions bien spécifiques. La première comprend les opérateurs de bulldozers, leurs adjoints ainsi que le responsable des opérations exécutées par les tracteurs. La deuxième est formée de petites équipes d'hommes qui précèdent ou qui suivent ces machines à une distance raisonnable, soit pour préparer leur passage, soit pour compléter le travail d'établissement de la ligne d'arrêt.

La figure 59 illustre bien la séquence et l'organisation des opérations de construction d'une ligne d'arrêt à l'aide de bulldozers, employant la méthode d'attaque indirecte. Suivant la nature et l'importance des éléments rencontrés sur une portion de la ligne de suppression, on pourrait ne pas utiliser toutes les opérations décrites, ni même adopter l'organisation proposée. Les principales opérations à considérer sont la localisation de la ligne d'arrêt, l'abattage et le tronçonnage des arbres, la construction de la ligne par une ou plusieurs machines, l'allumage du contre-feu et la patrouille. A chacune de ces opérations correspond une responsabilité spécifique au sein de l'organisation de combat.

7.5.1 Direction des travaux de construction

La direction de toutes les opérations citées précédemment est confiée à un chef de section, lequel est particulièrement responsable de la coordination des travaux réalisés dans un secteur déterminé. Il doit être bien informé de la progression des équipes de construction, de brûlage et de patrouille afin de surveiller la distance qui les sépare.

La sécurité des combattants et le danger pour les équipes de bulldozer d'être cernées par le feu exigent le maintien d'un espacement minimum et maximum entre les groupes qui travaillent à des opérations différentes. Ainsi, s'il existe une trop grande distance entre les machines et ceux qui s'affairent au brûlage, le feu risque de traverser la ligne d'arrêt et d'encercler les équipes de bulldozer. Par contre, si

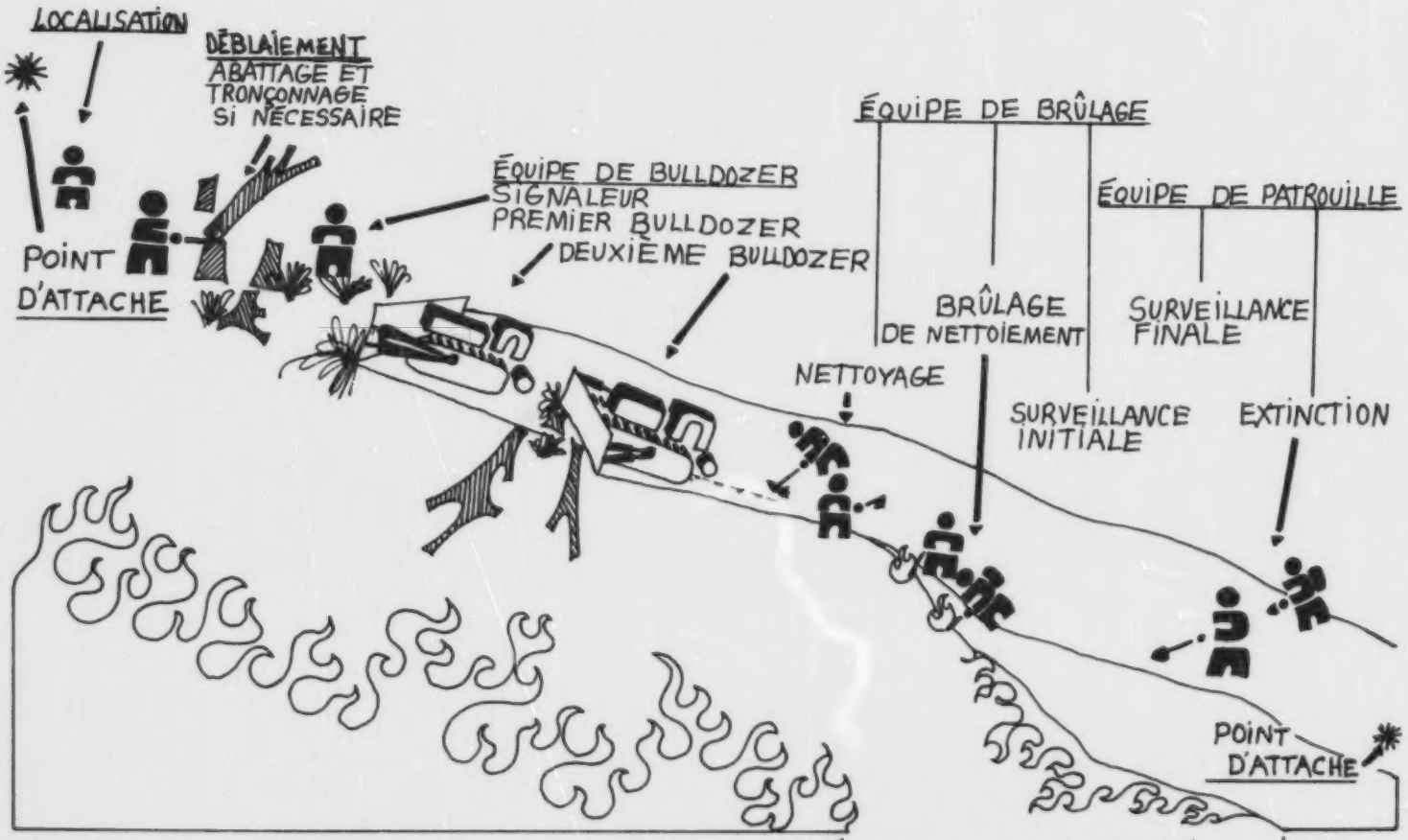


FIGURE 59 SÉQUENCE ET ORGANISATION DES OPÉRATIONS DE CONSTRUCTION D'UNE LIGNE D'ARRÊT À L'AIDE DE BULLDOZERS (ATTAQUE INDIRECTE)

les combattants qui abattent et tronçonnent les arbres ne sont pas suffisamment éloignés du localisateur de ligne et des bulldozers, un accident fâcheux peut toujours se produire. Avec un jugement sûr et une bonne expérience, le chef de section pourra éviter ces inconvénients en espaçant correctement ses effectifs. A la rigueur, il attendra que la ligne soit complétée avant de commander l'allumage.

7.5.2 Localisation de la ligne d'arrêt

Dans le chapitre 5, il a été mentionné que la localisation d'une ligne d'arrêt constitue l'une des opérations les plus importantes et les plus délicates à exécuter. Ce travail doit être confié à une personne très expérimentée qui soit capable d'intégrer les différentes variables conditionnant la propagation d'un feu et l'établissement d'une ligne de suppression.

Quand une ligne d'arrêt est construite à l'aide de bulldozers, le localisateur doit connaître le nombre et la puissance des machines disponibles. Il doit surtout savoir prévoir leur performance en fonction des conditions particulières du terrain. Il identifiera de façon précise la direction de la ligne pour éviter que l'opérateur du tracteur ne perde du temps à s'orienter.

7.5.3 Abattage et tronçonnage des arbres

L'abattage des chicots et des arbres morts ainsi que le tronçonnage des arbres renversés sont généralement confiés à des équipes de déblaiement. Toutefois, cette opération n'est pas nécessaire si le bulldozer utilisé est suffisamment puissant pour effectuer le travail ou si peu de débris risquent d'être accumulés.

Une équipe de déblaiement comprend un responsable dirigeant un maximum de deux groupes composés d'un opérateur de scie mécanique et d'un assistant. Ceux-ci doivent travailler le plus rapidement possible en évitant toutefois d'exécuter les travaux qui pourraient être accomplis plus efficacement par les bulldozers.

7.5.4 Construction de la ligne par les bulldozers

En général, une équipe de construction de ligne comprend deux bulldozers et le personnel nécessaire à leur opération; ce groupe est placé sous l'autorité d'un chef d'équipe ou contremaître travaillant selon les directives du chef de section.

Le chef des équipes de bulldozer peut être responsable de la construction d'une portion ou de la totalité de la ligne d'arrêt. Il doit s'assurer que la ligne soit d'une largeur raisonnable et que les débris soient poussés à l'endroit qu'il désire. C'est lui qui tient le temps des hommes et des machines qu'il dirige, qui assure le ravitaillement des bulldozers en carburant, graisses et pièces, qui planifie leur entretien et enfin, qui organise le transport et l'approvisionnement de son personnel.

Le responsable des équipes de bulldozer doit assurer l'utilisation optimale de l'équipement qui lui est confié. Ainsi, si une machine doit travailler durant plus de six heures consécutives au cours de la journée, il doit prévoir un deuxième opérateur; si la période de travail doit se poursuivre au cours de la nuit, un troisième opérateur sera alors nécessaire.

Chaque opérateur est généralement aidé d'un assistant qui agit comme signaleur. Celui-ci est indispensable quand un bulldozer travaille seul ou qu'il est le premier d'une équipe de deux machines. Pour des raisons de sécurité et d'efficacité, l'opérateur et le signaleur doivent s'entendre au départ sur certains signaux qui seront utilisés pendant les opérations. Le signaleur travaille à l'avant du tracteur; il doit bien en connaître les possibilités afin d'orienter son avance le plus efficacement possible.

7.5.5 Contre-feu

Le nettoyage final de la ligne d'arrêt, l'allumage et la surveillance initiale du contre-feu sont réalisés par une équipe dite " de

brûlage ". Cette équipe, dont le responsable est placé sous l'autorité du chef de section, regroupe plus ou moins de combattants, selon la nature et le volume de combustibles à brûler et la rapidité avec laquelle doit être construite la ligne d'arrêt.

7.5.6 Surveillance du contre-feu

La surveillance du contre-feu et éventuellement l'extinction finale de l'incendie sont confiées à des équipes de patrouille. A mesure que la construction de la ligne d'arrêt progresse, le nombre de combattants requis pour effectuer la patrouille augmente. Quand il n'y a pas de nouveaux effectifs de combat disponibles, le chef de section peut rappeler les équipes d'intervention préliminaire (lorsqu'elles existent) et celles d'abattage et de tronçonnage afin de les affecter à la patrouille.

Lorsque la ligne d'arrêt est établie sur tout le secteur, les équipes de bulldozer et de brûlage peuvent être transférées dans une autre section de la ligne de suppression. Le chef des équipes de patrouille devient alors chef de la section qui vient d'être construite et il travaille sous l'autorité directe du chef de lutte.

7.6 UTILISATION DE MACHINERIE LOURDE DURANT LA NUIT

Il peut souvent être avantageux d'utiliser de la machinerie lourde durant la nuit pour la construction d'une ligne d'arrêt ou pour la réalisation d'autres travaux, même si cette pratique soulève encore certaines controverses. Avant d'y recourir, il importe cependant d'en évaluer les avantages réels et de connaître les précautions supplémentaires qu'exige le travail de nuit.

7.6.1 Avantages effectifs du travail de nuit

L'utilisation de la machinerie lourde durant la nuit permet principalement de tirer profit des conditions météorologiques favorables qui ralentissent la propagation du feu au cours de cette période. En effet, durant le jour certaines sections d'une ligne d'arrêt doivent parfois

être laissées de côté à cause de l'intensité de la chaleur dégagée et de la densité de la fumée.

Le travail de nuit permet également d'accélérer le déroulement des opérations de combat tout en favorisant l'utilisation maximale des machines disponibles. Quand la ligne d'arrêt est établie durant la nuit, les opérations de brûlage, de transport et de surveillance effectuées le lendemain, se font beaucoup plus rapidement et le coût total de la lutte s'en trouve réduit de façon sensible.

7.6.2 Précautions supplémentaires à adopter

Comme l'efficacité des machines lourdes est réduite d'environ 25% durant la nuit, il est nécessaire de bien planifier cette opération, d'exercer une surveillance étroite et d'appliquer des mesures de sécurité strictes.

La localisation de la ligne d'arrêt à construire au cours de la nuit devrait être complétée avant l'arrivée de la noirceur, afin d'éviter les obstacles et les endroits trop accidentés. Les machines doivent nécessairement être munies de phares en bon état dans le but de faciliter les manoeuvres au cours de cette période.

Les principales mesures de sécurité à prendre au cours de la nuit concernent les opérateurs de machine. Il faut notamment prévoir l'engagement d'opérateurs de relève afin de limiter à huit le nombre d'heures de travail qu'ils fourniront chaque jour, dont pas plus de quatre heures au maximum par nuit. Même si on doit se limiter à n'utiliser que les opérateurs les plus expérimentés pour le travail de nuit, il faut néanmoins les faire accompagner d'un assistant. A cause du plus grand danger d'accident qui existe dans l'obscurité, ce dernier évitera de se placer aux environs immédiats du tracteur.

7.7 SECURITE DES EFFECTIFS ET DE LA MACHINERIE LOURDE

L'utilisation de machinerie lourde pour combattre les feux de forêt comporte des risques sérieux. Entre autres, les équipes et le matériel de lutte ne sont jamais complètement à l'abri d'un changement soudain des conditions de propagation de l'incendie. Les différents chefs d'équipe doivent donc être au fait de l'éventualité d'être cernés par le feu et connaître les moyens à prendre pour éviter cette situation ou pour y faire face le cas échéant. Ces moyens regroupent les mesures générales de sécurité et les précautions à adopter pour protéger le personnel et les machines encerclés par le feu.

7.7.1 Mesures générales de sécurité

Sur un feu de grande intensité, il ne faut jamais prendre le risque d'y faire travailler une machine seule; celle-ci pourrait être placée dans une mauvaise posture et être prise au piège, sans recours possible.

Si un tracteur ou tout autre véhicule lourd doit être stationné pour la nuit ou pour une période prolongée, il faut le placer à un endroit dégagé qui ne risquera pas d'être atteint par l'incendie. Avant de remettre la machine en marche, le lendemain matin, l'opérateur devra en faire complètement le tour afin de s'assurer que personne ne se repose à proximité.

Lorsque les conditions de l'incendie exigent l'abandon de l'équipement de combat, il est du devoir des chefs d'équipe de renseigner le plus tôt possible le chef de section sur l'endroit où les machines seront laissées, les mesures qui seront prises pour les protéger et le lieu où les équipes seront conduites pour leur sécurité.

7.7.2 Protection d'une machine cernée par le feu

La première mesure que doit adopter le chef d'équipe pour protéger du feu une machine lourde consiste à lui faire traverser la

bordure de l'incendie afin de la placer dans la zone déjà brûlée. Même si le feu persiste encore dans les combustibles lourds et ceux de profondeur, cela ne constitue pas une menace capable d'endommager le tracteur; on pourra toujours, pour plus de protection, nettoyer l'emplacement nécessaire jusqu'au sol minéral.

Mais quand une machine est sur le point d'être cernée par un feu qui se développe avec violence dans la cime des arbres et à la surface du sol, on doit renoncer à lui faire franchir la bordure de l'incendie. Il faut alors rechercher un endroit situé dans la zone non brûlée où il semble évident que le feu ne se maintiendra qu'à la surface du sol.

Pour bien protéger la machine pendant le passage du feu, il faut nettoyer un emplacement suffisamment grand pour réduire à un minimum acceptable l'intensité de chaleur qui se dégagera par rayonnement. Cet emplacement aura la forme d'une pelle pointue, orientée vers l'incendie, dont la longueur sera deux fois plus grande que la largeur. Le tracteur n'y sera pas placé au centre, mais bien aux deux tiers depuis l'extrémité aiguë. Seul l'endroit immédiat où la machine sera laissée a besoin d'être nettoyé jusqu'au sol minéral. Enfin, si la chose s'avère nécessaire, on brûlera progressivement en contre-feu la partie extérieure de la zone nettoyée, en commençant par la pointe de l'emplacement; comme l'indique la figure 60, on procédera de chaque côté à un allumage à angle droit et à l'arrière, à un allumage parallèle.

Si le temps le permet, des précautions supplémentaires pourront être prises. On creusera d'abord une courte tranchée assez profonde, orientée vers l'incendie, afin d'y stationner la machine à protéger. Ensuite, on enlèvera les coussins du siège et on couvrira de rameaux feuillus ou de terre minérale les parties huileuses ou autres du tracteur que des écorces pourraient enflammer. Si la machine est munie d'un moteur auxiliaire à gazoline, il sera prudent de vidanger le réservoir et de le recouvrir de la manière indiquée précédemment. Enfin, on laissera tourner le moteur à une vitesse normale pour éviter le risque d'être incapable de le remettre en marche après la période dangereuse.

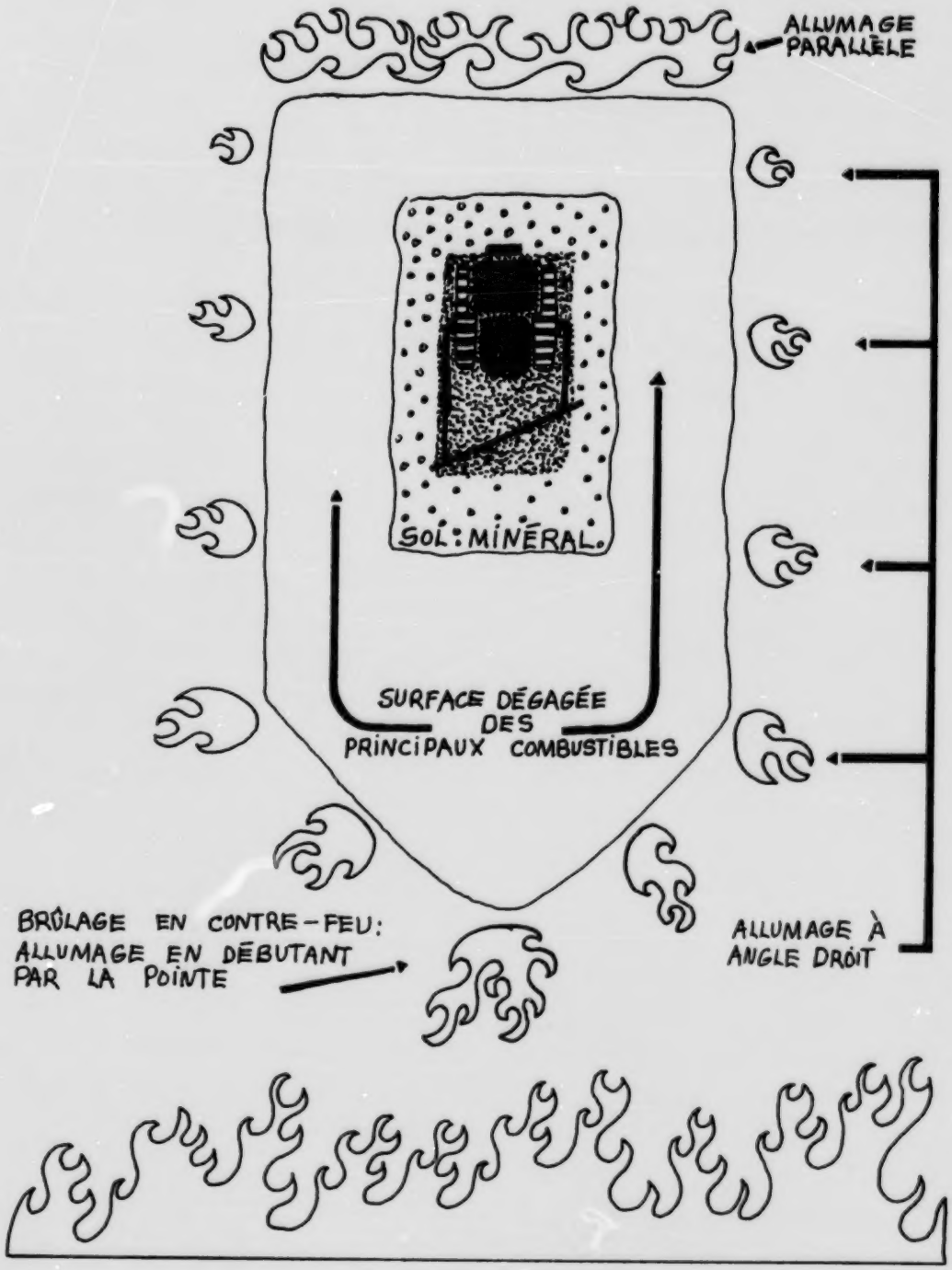


FIGURE 60 PROTECTION D'UNE MACHINE CERNÉE PAR LE FEU

7.7.3 Protection des équipes de combattants

Si les équipes de combattants qui travaillent avec la machinerie lourde sont elles aussi cernées par l'incendie, elles n'ont pas d'autre alternative que de se réfugier à l'endroit où seront laissées les machines. Il est alors indispensable de procéder au brûlage de l'aire qui entoure l'emplacement de protection.

Quand la machine est placée dans une tranchée, les combattants peuvent avantageusement s'abriter sous le tracteur. La tranchée devra alors être construite aussi abrupte que possible à l'avant; on prendra soin de boucher l'espace compris entre la lame et le radiateur à l'aide de rameaux feuillus afin d'empêcher les étincelles ou les écorces de bouleau enflammées de s'infiltrer sous le tracteur. On pourra donner plus d'espace aux combattants en stationnant la machine sur des billots ayant de 8 à 10 pouces de diamètre et placés longitudinalement.

8

usage des motopompes

L'eau est reconnue comme étant l'agent d'extinction des incendies le plus universel et le plus à la portée des combattants. La nature elle-même l'utilise sous forme d'averses pour éteindre de très nombreux feux de forêt. De fait, l'eau pourrait être employée pour combattre tous les incendies si elle pouvait être appliquée au moment opportun, à l'endroit désiré et en quantité appropriée. L'usage de motopompes dans la lutte contre les feux de forêt vise effectivement à acheminer l'eau là où elle est requise et ce, en quantité suffisante pour arrêter le processus de combustion.

L'introduction des premières pompes à eau actionnées par un moteur a permis de mettre de côté certains moyens de fortune que l'homme utilisait depuis des milliers d'années pour combattre les incendies. A partir de cette découverte, l'eau a pu être utilisée de façon croissante pour éteindre les feux de forêt. Cependant, aussi merveilleux que puisse paraître cet instrument, il ne faut pas perdre de vue que l'efficacité de son action est étroitement liée à la connaissance que l'on a de son fonctionnement et des techniques d'arrosage.

Le présent chapitre traitera de l'utilisation de l'eau dans la lutte contre les feux de forêt, de la description des motopompes et de l'équipement d'arrosage, des modalités générales d'opération des motopompes, de leurs modes de raccordement, de l'organisation de l'arrosage, de l'application particulière de certaines techniques de combat des feux et enfin, de la protection des motopompes et des boyaux contre le feu.

8.1 UTILISATION DE L'EAU DANS LA LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET

Avant d'aborder l'usage des motopompes de façon spécifique, il est opportun d'examiner brièvement quels sont les effets exercés par l'eau sur la combustion, quelle est la longueur du cycle d'efficacité de l'eau déversée sur un foyer d'incendie, quels sont les obstacles qui s'opposent au transport de l'eau vers le feu et enfin, quels principes régissent l'arrosage d'un brasier à l'aide d'une motopompe.

8.1.1 Effets de l'eau sur la combustion

En étudiant les principes du combat des incendies, nous avons vu que le feu ne s'accommodait pas tellement bien de l'eau. La chaleur est en effet le principal élément du triangle du feu auquel s'attaque l'eau; toutefois, l'application d'eau sur un brasier affecte également les deux autres éléments de la combustion, soit l'oxygène et les combustibles.

L'eau constitue le moyen le plus efficace pour *refroidir un incendie* car elle est une des substances qui requièrent la plus grande quantité d'énergie par unité de masse pour se réchauffer. Comme le taux d'absorption de la chaleur par l'eau varie en fonction de la surface exposée, le refroidissement d'un feu se fera toujours plus rapidement si l'eau appliquée est très fractionnée.

L'arrosage d'un foyer d'incendie peut également *réduire la quantité d'oxygène disponible* pour la combustion quand l'eau est projetée sous forme de bruine. Ce traitement est particulièrement efficace

lorsque le feu brûle dans un endroit où l'oxygène se fait déjà plus rare, soit par exemple sous un peuplement dense.

L'eau agit également sur la combustion en *neutralisant temporairement les combustibles* situés en avant du feu. S'ils sont saturés d'eau, ces matériaux risquent moins d'atteindre leur point d'inflammabilité puisqu'ils demanderont une forte quantité de chaleur pour se dessécher. En plus de refroidir les combustibles, l'application d'eau, particulièrement avec un jet droit, contribue souvent à les séparer et à les disperser.

8.1.2 Cycle d'efficacité de l'eau

Nous avons déjà mentionné que l'effet de neutralisation exercé par un arrosage n'était que temporaire. En l'absence de critères pouvant permettre de mesurer l'efficacité de l'eau déversée sur un feu, il s'avère toujours difficile de prévoir le temps au bout duquel l'eau se révèlera impuissante à arrêter la progression de l'incendie. Force est donc pour les préposés à l'arrosage de s'en remettre à leur expérience et à leur jugement pour évaluer cette efficacité.

En général, l'eau appliquée demeure efficace aussi longtemps qu'elle n'est pas complètement évaporée. C'est pourquoi on définit le *cycle d'efficacité de l'eau* comme étant la période de temps qui s'écoule entre le moment de l'application de l'eau et le moment de son évaporation complète.

Dans la lutte contre les feux de forêt, on distingue huit facteurs susceptibles d'affecter la longueur du cycle d'efficacité de l'eau, à savoir:

1) La quantité d'eau appliquée par rapport à l'intensité du feu.

Un volume déterminé d'eau a la possibilité d'absorber une quantité spécifique de chaleur avant de se vaporiser. Par conséquent, plus la chaleur dégagée par un brasier sera grande, plus l'évaporation de l'eau sera élevée.

2) La méthode et la qualité de l'arrosage.

On a déjà mentionné que le taux d'évaporation de l'eau était relié directement à l'importance de la surface exposée à la chaleur et à un courant d'air. Par exemple, on constatera qu'un gallon d'eau placé dans un contenant de 15 pouces de diamètre s'évapore beaucoup plus rapidement que la même quantité d'eau placée dans un récipient de 5 pouces de diamètre. Il en est de même pour l'eau appliquée en bordure d'un feu; si avec le même volume d'eau, on arrose successivement des bandes de 5 et 15 pieds de longueur, le taux d'évaporation sera plus grand dans le deuxième cas.

3) La composition, le degré d'humidité et l'épaisseur de la couche de tourbe

Ces trois facteurs conditionnent le volume d'eau susceptible de pénétrer dans la tourbe. De toute la quantité d'eau appliquée sur un feu, celle qui pénètre dans la couche de tourbe résiste le plus longtemps à l'évaporation, parce qu'elle n'est pas soumise directement aux effets de la chaleur du feu et des courants d'air environnants.

4) Les caractéristiques de drainage du sol situé en-dessous de la tourbe

Quand l'eau appliquée se disperse dans les couches inférieures du sol, au lieu de s'accumuler dans la tourbe, on constate alors une perte d'efficacité appréciable de l'arrosage. Il est donc important de connaître le degré de perméabilité du sous-sol afin d'éviter d'arroser en pure perte lorsque la résistance au feu ne s'accroît plus malgré l'application d'eau.

5) La grosseur, la quantité et le degré d'humidité des combustibles de surface

Ces trois caractéristiques des combustibles forestiers influencent directement l'intensité des feux de surface ou la quantité de chaleur qu'ils dégagent, et par conséquent, le taux d'évaporation de l'eau appliquée sur un feu.

6) Le moment du jour et la période de l'année.

Lors de l'étude des notions de pyrologie forestière, nous avons mentionné que l'évaporation de l'eau était plus forte le jour que la nuit. Ainsi, l'eau appliquée au cours de l'avant-midi risque de s'évaporer beaucoup plus rapidement que celle qui le serait en fin d'après-midi. On constate également que le taux d'évaporation est plus élevé au cours des périodes de sécheresse estivales qu'au printemps ou à l'automne.

7) L'exposition du terrain au soleil et aux courants d'air.

De façon générale, l'eau appliquée sur les pentes exposées au sud, sur le dessus des montagnes et sur un terrain déboisé s'évapore plus rapidement qu'ailleurs.

8) Les facteurs atmosphériques.

Les facteurs tels que l'humidité relative, la température et les précipitations conditionnent le taux d'évaporation de l'eau appliquée en influençant la quantité d'eau que l'air environnant et les combustibles peuvent retenir.

Même dans les meilleures conditions d'arrosage, les effets de l'eau sur la combustion demeurent toujours temporaires et ce liquide est habituellement requis en grande quantité pour exercer une action déterminante. Pour rallonger le cycle d'efficacité de l'eau tout en réduisant le volume d'eau nécessaire, des produits chimiques ont été développés; ces produits sont connus sous le nom de *retardateurs*.

Avec les motopompes, les retardateurs utilisés sont du type à court terme. Ils désignent les substances chimiques qui emploient l'eau comme agent de retardement de la combustion et qui comprennent un additif pour agir comme élément porteur et pour réduire l'évaporation. A l'état pur, l'eau est le produit d'extinction qui possède les caractéristiques de dispersion et de retardement les moins efficaces.

Les performances de l'eau peuvent être améliorées grandement par l'addition de produits qui lui permettent, soit de pénétrer dans les combustibles par des ouvertures plus petites et de couler dans des canaux minuscules afin d'atteindre certaines sources de chaleur, ou soit de recouvrir ces combustibles d'une couche d'eau plus épaisse, capable d'absorber une plus grande quantité de chaleur. Les principaux retardateurs à court terme sont l'eau mouillée, l'eau visqueuse et les gels.

L'eau mouillée désigne de l'eau dont la tension superficielle a été abaissée par l'addition d'un agent mouillant. Ce changement physique augmente la pénétration de l'eau dans le bois d'environ 8 fois et dans le charbon de bois d'environ 6 fois; de plus, l'eau mouillée s'étale sur la surface des combustibles de 2 à 8 fois mieux que l'eau pure. La majorité des agents mouillants forment de la mousse, à l'instar des plus répandus d'entre eux, soit les détersifs. Mentionnons que l'effet de retardement de l'eau mouillée est plutôt faible, dû au fait que l'épaisseur de la couche d'eau qui s'étend sur les combustibles est très mince.

L'eau visqueuse et les gels exercent pour leur part un effet de retardement appréciable, car ces solutions peuvent absorber une grande quantité de chaleur. Les substances chimiques agissent essentiellement comme un élément porteur par rapport à l'eau, en lui permettant d'adhérer plus facilement aux combustibles, de s'étaler uniformément et de s'accumuler sur une plus grande épaisseur. Toutefois, ces substances ne pénètrent pas les matériaux aussi facilement que l'eau mouillée, et leur effet cesse aussitôt que l'eau qu'elles retiennent est évaporée. Le retardateur à court terme le plus utilisé avec les motopompes pour former un gel est le Gel-Guard.

8.1.3 Obstacles au transport de l'eau en conduite fermée

L'eau n'est utile pour combattre un feu de forêt que si elle peut être acheminée de façon adéquate à partir d'une source d'approvisionnement. Avec les motopompes, le transport de l'eau est toujours effectué en conduite fermée, c'est-à-dire au moyen de boyaux. Afin de bien comprendre la nature des obstacles qui nuisent à l'écoulement de l'eau, il

importe d'exposer certains principes d'hydraulique qui régissent ce phénomène.

Faisons d'abord remarquer que la pression développée à l'orifice d'évacuation d'une pompe est toujours supérieure à la pression mesurée à la sortie de la lance. Cette différence ou perte de pression est attribuable à la *friction* du liquide sur la paroi des conduites utilisées et à la formation d'une colonne d'eau causée par l'*élévation*. L'étude de ces deux facteurs mérite d'être abordée séparément.

1) Pertes de pression dues à l'élévation

Il est important de prendre conscience que l'eau est un liquide pesant et que cela influence l'efficacité de son transport. Par exemple, une colonne verticale d'eau ayant une section de un pouce carré (1 po x 1 po) et mesurant 10 pieds de hauteur pèse quelque 4.3 livres. Ceci veut dire qu'une pression de 4.3 lb /po^2 est exercée à la base de la colonne d'eau. Si la hauteur de cette colonne verticale était de 100 pieds, la pression à la base serait alors de 43 lb /po^2.

Cette pression d'une colonne de liquide est appelée *pression statique*. Elle est toujours proportionnelle à la hauteur de la colonne d'eau et s'exprime généralement en livres au pouce carré. La pression statique est donc indépendante du volume d'eau situé au-dessus de la base de référence.

Pour élever de l'eau à travers une colonne fermée, tel un boyau de renvoi, il faut d'abord vaincre cette pression statique. En d'autres termes, s'il existe une différence d'élévation de 100 pieds entre une motopompe et une lance (en ne tenant pas compte évidemment de la longueur du boyau utilisé et des effets de la friction), la pompe devra développer au minimum une pression de 43 lb /po^2 pour élever l'eau. La pression mesurée à la lance sera donc inférieure d'au moins 43 livres à celle constatée à l'orifice d'évacuation de l'eau.

Dans la pratique, on évalue les pertes dues à la pression statique à une demi-livre par pied d'élévation. Cette méthode simplifie

grandement les calculs tout en étant assez précise pour les besoins du combat des feux de forêt. En évaluant les obstacles au transport de l'eau, il faut également tenir compte des pertes de pression dues à la friction dans le boyau.

2) Pertes de pression dues à la friction

Le liquide qui circule dans une conduite fermée subit les effets du frottement sur les parois et de ce fait, tend à perdre une partie de la pression à laquelle il est soumis. Cette perte de pression est beaucoup plus difficile à évaluer que les pertes dues à la pression statique car elle varie suivant le débit du liquide qui circule, ainsi que d'après la grosseur et la nature de la conduite utilisée. Etant donné que le diamètre du boyau employé pour combattre les feux de forêt est constant, soit $1\frac{1}{2}$ pouce, nous nous limiterons à étudier deux facteurs qui influencent les pertes de pression dues à la friction, soit le débit et le type de boyau.

Effets du débit sur les pertes de pression par la friction:

En doublant le débit de l'eau qui passe dans un boyau de renvoi, on quadruple ainsi les pertes de pression dues à la friction. Par ailleurs, si l'on réduit de moitié le débit de l'eau qui doit passer dans un boyau, les pertes de pression seront alors quatre fois moindre.

A titre d'exemple, si on veut obtenir un débit à la lance de 40 gallons par minute et que la motopompe est située à 1,000 pieds de distance, deux moyens peuvent être utilisés. Dans un premier cas, on a recours à un seul boyau de toile, mais les pertes de pression dues à la friction s'élèvent alors à 146 livres. Dans un deuxième cas, on ajoute une seconde ligne de boyau de même type et on partage également le débit, soit 20 gallons par minute dans chaque ligne; en vertu des principes cités précédemment, les pertes par friction ne seront plus que d'environ 37 livres dans chacune des lignes de boyau. Les pertes de pression totales imputables à la friction ne totaliseront donc plus que 74 livres, soit une économie de 72 livres sur le premier cas. Cet avantage peut être mis à contribution lorsque deux motopompes sont raccordées en série.

Effets du type de boyau sur les pertes de pression par friction:

Les pertes de pression causées par la friction de l'eau sur les parois du boyau de toile ou de lin sont deux fois plus élevées que dans le boyau caoutchouté de même diamètre. Cet écart s'explique par la différence de rugosité entre les deux types de matériel utilisé.

Pour illustrer ce principe, reprenons l'exemple décrit précédemment, mais en remplaçant la deuxième ligne de boyau de toile d'une longueur de 1,000 pieds par du boyau caoutchouté. En faisant circuler un débit de 40 gallons par minute dans le boyau de toile, nous savons déjà que la perte de pression due à la friction sera de 146 livres. Par contre, en faisant passer le même débit dans la ligne formée de boyau caoutchouté, la perte de pression ne sera plus que d'environ 67 livres.

L'usage du boyau caoutchouté s'avère donc très avantageux en autant que les pertes de pression sont concernées. Ce type de boyau possède toutefois le désavantage de brûler, même plein d'eau, lorsqu'il est exposé eu feu. A cause de cet inconvénient et également à cause de son poids élevé, on lui préfère le boyau caoutchouté perméable. Celui-ci regroupe à la fois les avantages du boyau de toile et ceux du boyau caoutchouté. Toutefois, son usage n'est pas encore tellement répandu à cause de son coût élevé.

8.1.4 Principes régissant l'arrosage à l'aide de motopompes

L'arrosage au moyen de motopompes sert à plusieurs fins. On distingue particulièrement l'extinction complète de petits incendies, l'établissement de lignes d'arrêt caractérisées par la séparation partielle des combustibles de profondeur et par leur neutralisation, la protection de biens de haute valeur, le remplissage de réservoirs, la surveillance de lignes d'arrêt et l'extinction finale du feu.

Dans sa principale fonction, soit l'établissement des lignes d'arrêt, l'arrosage au moyen d'une motopompe vise plusieurs objectifs, à savoir:

- ralentir la progression de l'incendie à l'occasion d'un brûlage de nettoiement;
- neutraliser les accumulations de débris susceptibles de se transformer en points menaçants;
- éteindre les chicots et les souches en ignition;
- éteindre les feux de racine et de profondeur;
- neutraliser les combustibles situés à l'extérieur de la ligne d'arrêt;
- contrôler, s'il y a lieu, le feu de nettoiement.

A cause de son importance, la construction de lignes d'arrêt au moyen de motopompes sera décrite en détail plus loin.

Même si l'eau est un instrument merveilleux d'extinction des incendies forestiers, il ne faut pas être cependant trop optimiste quant aux résultats qu'elle peut fournir. En effet, il arrive trop souvent que les préposés à l'arrosage mettent une confiance excessive en ce genre de traitement.

Certains hommes de lance croient que leur tâche consiste tout simplement à éteindre toute flamme visible à portée du jet d'eau; ainsi, en avant d'eux, on retrouverait un feu en pleine liberté, alors qu'en arrière, le feu serait sous contrôle ou peut-être même complètement éteint. Cette conception de l'attaque avec des motopompes est tout à fait contraire aux principes de base du combat des feux de forêt.

La première intervention effectuée sur un feu de forêt en activité vise normalement à retarder son avance et non à l'éteindre définitivement. Ce principe s'applique aussi bien aux attaques effectuées avec des motopompes qu'à celles qui sont réalisées avec tout autre instrument de combat.

Il est également primordial de se rappeler qu'il faut compter un certain temps pour acheminer une quantité déterminée d'eau vers un feu et pour l'appliquer sur des combustibles. Etant donné que ce travail mobilise un bon nombre de combattants, il faut toujours se demander si une

attaque réalisée au moyen de motopompes apportera effectivement des résultats supérieurs à ceux qui auraient été atteints si les ressources en effectifs et en temps avaient été affectées à d'autres tâches.

Par ailleurs, les combattants sont parfois enclins à déverser sur le feu plus d'eau que nécessaire. Si on appliquait plus d'eau que nécessaire sur une partie du périmètre de l'incendie, la vitesse de progression de l'arrosage s'en trouverait réduite d'autant. Il faut donc reconnaître que l'arrosage initial d'un feu doit être fait aussi rapidement que possible; chaque minute où le feu peut progresser librement augmente le volume de travail à réaliser. Il est préférable de se limiter à contenir l'incendie dans un premier temps, quitte à entreprendre un deuxième,un troisième et parfois même un quatrième arrosage pour maîtriser et éteindre l'incendie.

Pour assurer le succès de l'arrosage, il importe de planifier correctement la progression des travaux. Connaissant la vitesse d'avance normale d'un groupe de combattants, il est ensuite facile de calculer le temps requis pour compléter l'attaque initiale et de mesurer l'intervalle entre deux arrosages.

Il n'est pas superflu de souligner que si les besoins du combat exigent d'arroser des installations électriques à basse ou à haute tension, il n'y a aucun danger à le faire. Il convient toutefois d'utiliser un jet pulvérisé et de garder une distance d'au moins 25 pieds entre la lance et le matériel électrifié.

8.2 DESCRIPTION DES MOTOPOMPES ET DE L'EQUIPEMENT D'ARROSAGE

De tous les éléments employés pour acheminer l'eau vers un foyer d'incendie, la motopompe est sans aucun doute celui qui est le plus à la portée des combattants. Son avènement, vers les années 1920, a provoqué un bouleversement des techniques de lutte comparable à l'introduction de l'avion-citerne au Québec.

Avant d'exposer les techniques d'arrosage au moyen de

motopompes, il importe de décrire les différents types de pompes en usage, leurs accessoires et les catégories de boyaux employés.

8.2.1 Les différents types de pompes

La motopompe est essentiellement composée d'un moteur accouplé à une pompe. Ces deux pièces sont fabriquées en une foule de modèles distincts en vue de répondre à des besoins souvent très différents.

Pour combattre les feux de forêt, on utilise habituellement la motopompe portative car elle est plus facile à transporter sur les lieux d'un incendie que les modèles puissants montés sur camion ou sur remorque. L'usage de ces derniers est strictement limité aux opérations menées à proximité d'un chemin.

On distingue trois principaux types de pompes, soit à piston, à engrenage et centrifuge. Au Québec, la quasi totalité des pompes employées pour combattre les feux de forêt sont de type centrifuge (tableau 6). Pour cette raison, le présent chapitre traitera exclusivement de cette catégorie de pompe et particulièrement, des modèles portatifs (transportables par un seul homme) actionnés par un moteur à haute performance.

Le principe d'opération des pompes centrifuges est fort simple; l'eau contenue dans le corps de la pompe est expulsée par la force centrifuge engendrée par un ou plusieurs disques tournant à haute vitesse.

L'intensité de la force centrifuge croît proportionnellement à l'augmentation de la vitesse de rotation des disques. La *pression* développée par une pompe varie donc en fonction de la vitesse de rotation atteinte par le moteur. Par ailleurs, c'est plutôt la puissance du moteur qui conditionne le *débit* ou la quantité d'eau aspirée par la pompe. Précisons que les facteurs vitesse et puissance sont intimement liés car, pour conserver sa vitesse avec une forte charge, le moteur a besoin de plus de puissance que s'il tournait à vide.

Tableau 6

PRINCIPALES SPECIFICATIONS DES MOTOPOMPES

UTILISEES AU QUEBEC DANS LA LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET

MARQUE DE LA POMPE	POIDS (livres)	NOMBRE DE CYLINDRES	VITESSE DE ROTATION (r.p.m.)	PUISSANCE (HP)	MARQUE DU MOTEUR
GORMAN-RUPP BACKBAK	27.5	1	6,800	8	West Bend
TERRY T-5	29	1	4,500	7	Homelite
TERRY T-7	37	1	4,500	7	Homelite
THIBAULT	62	1	2,700	1.6	Briggs-Stratton
WAJAX:					
Mark 1	58	2	4,800	9	Mercury
Mark 2	60	1	5,000	8.5	Rotax
Mark 2 M	55	1	5,000	8.5	Rotax
Mark 3	55	1	5,000	9	Rotax

Source: Anonyme, 1968. *Instructions sur l'utilisation de l'équipement en protection des forêts.* Ministère des Terres et Forêts du Québec, p. 24.

Quand on adapte à l'extrémité d'un boyau de renvoi une lance de grande ouverture, la pression de l'eau est moins forte et le moteur tourne plus lentement que si l'on utilisait une lance de petite ouverture. Dans ce dernier cas, la pression du jet d'eau est alors plus forte, mais le moteur tourne également plus vite. Si l'eau ne peut pas sortir de la pompe, l'énergie requise par le moteur est très faible et sa vitesse de rotation tend à s'accroître considérablement.

La pompe de type centrifuge présente des avantages incontestables sur son ancienne rivale, la pompe à engrenage. Les avantages les plus marqués sont les suivants:

- le moteur ne s'arrête pas quand le débit de l'eau est interrompu;
- la pression créée par une ligne d'eau en montagne n'affecte pas la facilité de démarrage;
- deux ou plusieurs pompes peuvent être raccordées en série, en parallèle ou en série-parallèle;
- la pression de fonctionnement est maintenue pendant une plus longue période parce que les disques ne requièrent pas un ajustement très précis;
- il n'y a pas de perte de puissance causée par la friction des parties rotatives avec le corps de la pompe;
- les impuretés contenues dans l'eau n'affectent pas de façon sensible le fonctionnement de la pompe;
- des changements peuvent être effectués dans la ligne de boyau sans qu'il ne soit nécessaire d'arrêter le moteur.

8.2.2 Les accessoires de la motopompe

Pour accomplir les diverses tâches qui peuvent être réalisées avec une motopompe,on a besoin d'un certain nombre d'accessoires, allant du fusil à graisser jusqu'au boyau de renvoi. L'ensemble de ces objets constitue une " unité de motopompe ". Dans la présente section, nous ne décrirons que l'équipement associé directement à la motopompe. La section suivante traitera du boyau de renvoi et des accessoires qui l'accompagnent.

Les principaux accessoires de la motopompe sont le réservoir de carburant, le boyau d'aspiration, la crépine et le coffre d'outils. Habituellement, toutes ces pièces sont remisées au même endroit, de façon à faciliter l'inventaire de l'outillage et à éviter l'oubli d'accessoires importants lors du départ pour le combat.

1) Le réservoir de carburant

Lorsqu'une motopompe ne possède pas un réservoir à essence fixé au moteur, l'unité comprend alors un bidon spécial muni d'un boyau à essence, d'une valve et d'une prise d'air. Ce réservoir détaché remplace normalement le bidon supplémentaire qui s'impose avec certains modèles de motopompes.

Une fois que le boyau d'essence a été raccordé au moteur, il ne faut pas oublier d'ouvrir la prise d'air placée sur le réservoir ainsi que la valve située au bas du bidon de carburant.

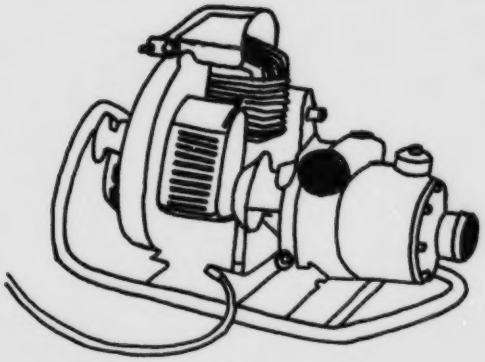
2) Le boyau d'aspiration

Le boyau d'aspiration sert à relier la motopompe à une source d'eau. Son diamètre intérieur est habituellement de deux pouces et il existe en différentes longueurs. Il est construit très solidement afin de ne pas s'écraser quand la force d'aspiration est appliquée.

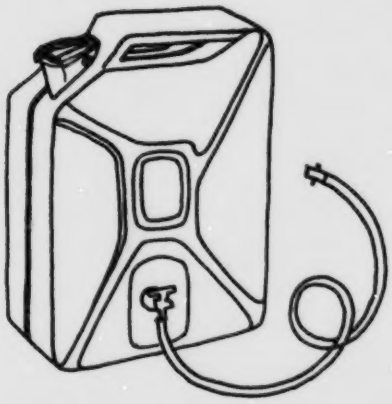
Pour obtenir un bon rendement de cet accessoire et pour en prolonger la durée, il est nécessaire d'en prendre un soin particulier. La principale précaution à prendre est d'éviter de l'enrouler pendant son transport.

3) La crépine

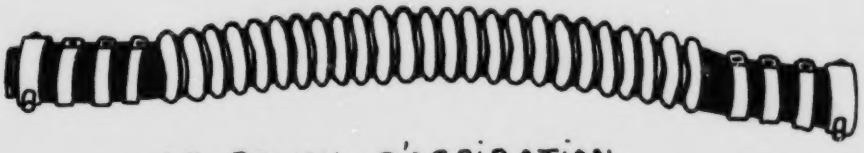
Avec les pompes centrifuges, la crépine joue un double rôle. D'une part, son grillage métallique sert à arrêter les corps étrangers à l'entrée du boyau d'aspiration et d'autre part, le clapet qu'elle renferme permet de retenir l'eau dans le boyau et dans la pompe lorsque le moteur cesse de fonctionner.



LA MOTOPOMPE

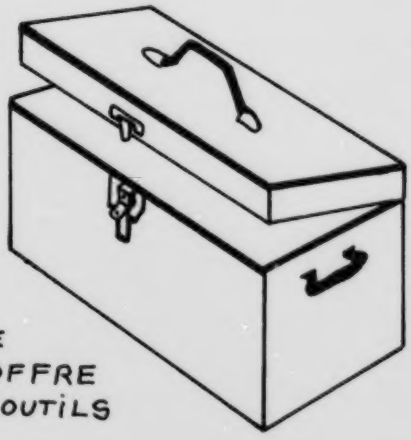


LE RÉSERVOIR DE CARBURANT



LE BOYAU D'ASPIRATION

LA CRÉPINE



LE COFFRE D'OUTILS

FIGURE 61 LA MOTOPOMPE ET SES ACCESSOIRES

4) Le coffre d'outils

Le coffre à outils est un instrument qui doit toujours accompagner une motopompe car il renferme les outils et les petits accessoires nécessaires pour assurer son fonctionnement. En outre, il est normalement assez grand pour contenir les articles requis avec le boyau de renvoi.

Les principaux accessoires placés dans ce coffre sont: des bougies de rechange, des outils de base, des rondelles de caoutchouc, la clé à boyau, une corde à démarrer, un fusil à graisser ainsi que les accessoires du boyau de renvoi décrits dans la section suivante.

8.2.3 Le boyau de renvoi et ses accessoires

Le boyau de renvoi constitue essentiellement une conduite d'eau flexible, formée de plusieurs sections, permettant d'acheminer l'eau de la pompe jusqu'au foyer d'incendie. Pour faciliter les différentes manoeuvres requises au moment de l'arrosage, il est souvent nécessaire de recourir à l'un des nombreux accessoires conçus pour servir avec le boyau de renvoi.

Cette section traitera du boyau de renvoi comme tel et de ses principaux articles complémentaires, soit la siamoise avec robinets, (normale ou renversée), les diverses lances, les voleurs d'eau, le raccord d'aboutement, l'étrangleur à boyau, la dérouleuse et le manchon d'obturation (figure 62).

1) Le boyau de renvoi

Le boyau d'arrosage se présente sur le marché en une multitude de qualités et de dimensions. Pour la lutte contre les feux de forêt, les modèles utilisés sont très peu nombreux; le tableau 7 permet la comparaison des trois sortes de boyau les plus répandus, soit en lin, en caoutchouc imperméable et en caoutchouc perméable.

Tableau 7

PRINCIPALES SPECIFICATIONS DU BOYAU DE RENVOI

UTILISE AU QUEBEC POUR LUTTER CONTRE LES FEUX DE FORET

FACTEUR	Boyau de lin	Boyau caoutchouté imperméable	Boyau caoutchouté perméable
Pertes de pression dûes à la friction	Elevées	Faibles	Faibles
Poids (par longueur de 100 pieds, raccords compris)	Moyen (15 livres)	Elevé (18 livres)	Faible (12 livres)
Résistance au feu	Elevée	Nulle	Elevée
Séchage	Difficile et lent	Très rapide	Rapide
Détérioration par le temps	Grande	Faible	Faible

Source: Anonyme, 1968. *Instructions sur l'utilisation de l'équipement en protection des forêts.* Ministère des Terres et Forêts du Québec, p. 75.

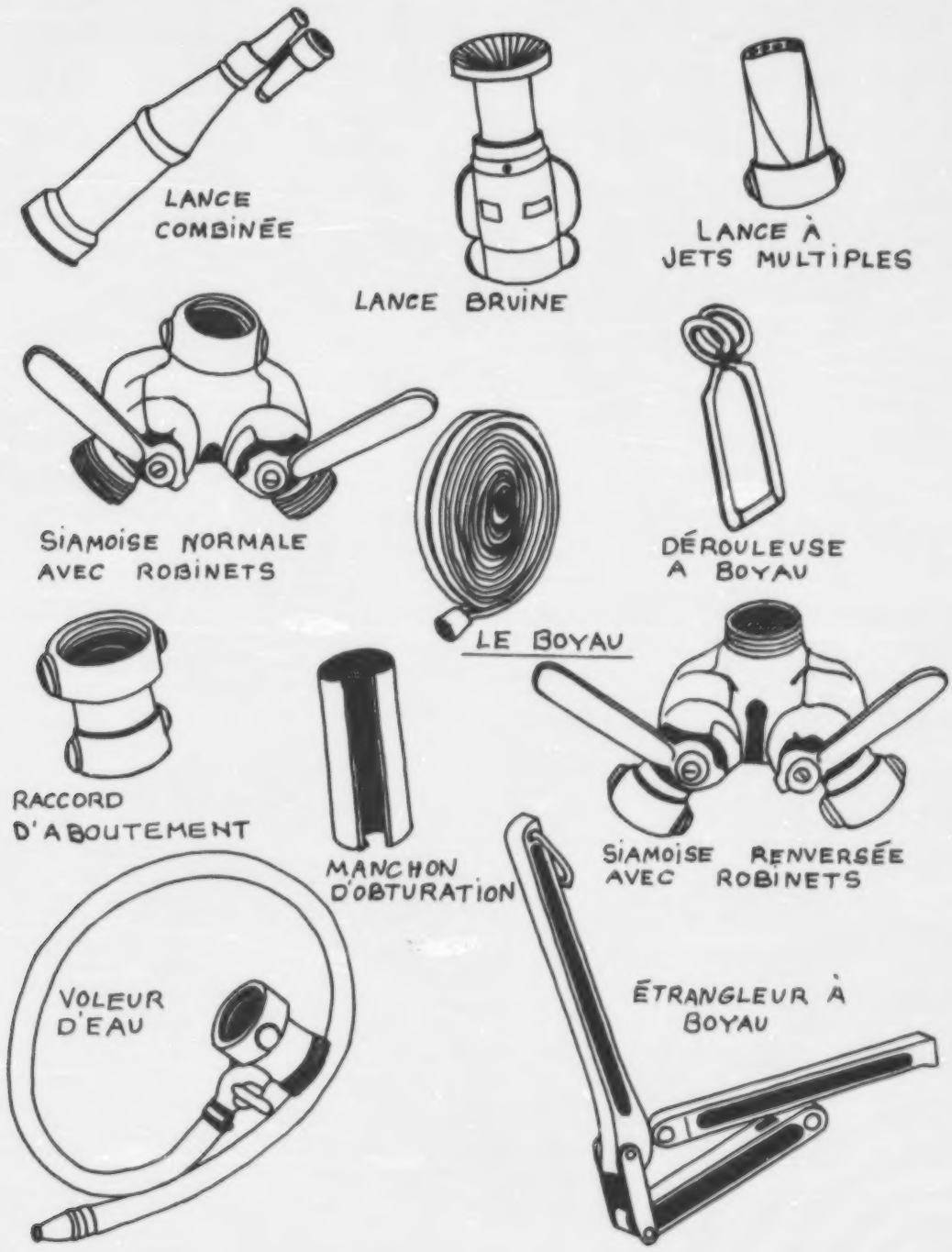


FIGURE 62 LE BOYAU DE RENVOI ET SES ACCESSOIRES

Le boyau de renvoi employé avec les motopompes portatives possède généralement un diamètre de 1½ pouce; dans certaines occasions, on aura recours à un diamètre inférieur, soit un pouce, mais on constatera alors une augmentation appréciable des pertes de pression dues à la friction.

Les sections de boyau mesurent normalement 100 pieds de longueur; pour sa part, le boyau caoutchouté imperméable est plus facile à manipuler en longueurs de 50 pieds à cause de son poids élevé. Chaque section est munie à ses extrémités de raccords métalliques destinés à les relier les unes aux autres. Les raccords standards de boyau possèdent 11½ filets au pouce (NPSH); il existe également des raccords instantanés, mais leur emploi n'est pas courant au Québec.

De tout l'équipement nécessaire au combat des feux, le boyau de renvoi est celui qui se détériore le plus rapidement, lorsqu'on ne prend pas certaines précautions. Ses trois ennemis notoires sont la moisissure, le frottement et les pressions excessives.

La moisissure: la majorité du boyau présentement en usage est fait à base de toile. Si l'on ne prend pas la précaution de le laver et de le sécher avant l'entreposage, le boyau se détériore rapidement, quel que soit son âge. Il doit être remisé dans un endroit sec où l'air pourra circuler librement entre chaque rouleau.

Le frottement: il est important de protéger le boyau contre une usure excessive par le frottement, soit pendant son transport ou lors de son utilisation. Ainsi, il faut se garder autant que possible de tirer un boyau sur le sol après usage; le boyau doit d'abord être complètement égoutté en le plaçant sur une pente ou en le soulevant progressivement d'une extrémité à l'autre avant d'être enroulé selon la méthode du concombre.

Pour réaliser l'enroulement en concombre, on commence par former le noyau en repliant le boyau trois fois sur lui-même sur une longueur d'environ 15 pouces. On continue ensuite l'enroulage en tournant le noyau d'un quart de tour à chaque extrémité. Il faut garder une

longueur de boyau suffisante pour faire une double boucle autour du concombre et pour laisser un excédent de deux pieds destiné à faciliter le portage. Quand le boyau est bien égoutté et bien enroulé, un homme peut facilement le transporter sur son dos.

Même si le boyau est particulièrement vulnérable au frottement pendant les opérations de récupération, il ne faut pas également oublier de protéger les rouleaux secs ainsi que la première section du boyau installé à la sortie de la pompe, laquelle est soumise à l'influence de la vibration. Dans le premier cas, il est recommandé d'utiliser des sacs à boyau pour le transport en camion. Lors de l'installation de la première section du boyau, il faut veiller à ce qu'elle repose sur une longueur de 10 à 20 pieds et sur une surface douce constituée, par exemple, de mottes de tourbe ou d'herbe. Ceci empêche les roches coupantes et les cailloux d'endommager le boyau par suite des effets de la vibration du moteur.

Les pressions excessives: L'usage fréquent des motopompes en série ainsi que l'emploi de l'étrangleur à boyau ont contribué à accroître la pression que doit supporter le boyau de renvoi. Pour éviter des éclatements désagréables, il est nécessaire de soumettre les boyaux à une plus haute pression lors de leur vérification.

2) La siamoise avec robinets.

La siamoise avec robinets s'avère un accessoire très utile pour permettre l'emploi de deux lignes de boyau à partir d'une même conduite d'alimentation, pour arrêter l'écoulement de l'eau dans une ligne de boyau afin d'y ajouter d'autres sections et enfin, pour contrôler le débit dans l'une ou l'autre des lignes, soit pour compenser les effets de la pente, soit pour répondre à des exigences particulières de l'attaque.

La *siamoise renversée* avec robinets constitue une version de la siamoise normale. Sa construction permet de réunir deux lignes de boyau en une seule. Elle sert principalement pour l'opération de

motopompes en parallèle ou en série-parallèle. Cette siamoise est aussi utilisée pour l'installation de motopompes en parallèle lorsqu'on désire relier les deux appareils avec deux lignes de boyau afin de compenser les pertes dues à la friction.

3) Les diverses lances

A l'extrémité du boyau de renvoi, il est nécessaire d'adapter un dispositif spécial appelé ajutage, ou lance, dans le but de mieux diriger le jet d'eau et contrôler son débit, sa pression et sa forme.

Les lances sont fabriquées en plusieurs modèles pour servir à diverses fins. Au Québec, on utilise principalement la lance combinée, la lance-bruine, la lance à jets multiples et la lance à extension.

La *lance combinée* est munie d'un ajutage possédant deux pointes différentes, soudées l'une à l'autre; elle comporte des trous de $\frac{1}{4}$, 3/8 et $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre. Il suffit simplement d'enlever ou d'interchanger les gicleurs pour obtenir le jet désiré. Si le foyer est très intense, il faudra rechercher un fort débit plutôt qu'une pression élevée; dans ces circonstances, la grande ouverture est alors préférable. Mais si la ligne de boyau est longue, une *lance de petite ouverture* permet de compenser le manque de pression.

La *lance-bruine* fournit à la fois un jet droit et un jet diffusé, par la simple rotation de l'une de ses parties. Elle donne un très bon rendement pour l'extinction des feux de surface.

La *lance à jets multiples* s'emploie dans les endroits où se développent des feux de surface. Le jet se déploie en éventail et arrose une plus grande superficie.

La *lance à extension* possède une forme allongée lui permettant de pénétrer en profondeur dans le sol, pour atteindre un foyer qui couve sous une souche, dans l'humus ou dans la tourbe. Elle s'avère également très utile pour éteindre les chicots. A l'instar de la

lance-bruine, elle peut donner un jet droit de 5/16 de pouce de diamètre et un jet en bruine.

4) Le voleur d'eau

Pour éviter aux combattants munis de réservoirs à eau portatifs d'avoir à parcourir une grande distance pour renouveler leur charge, il est utile de leur permettre de s'approvionner à même une ligne de boyau installée à proximité. A cette fin, on utilise un accessoire très pratique qui s'adapte entre deux sections de boyau, soit le voleur d'eau. Il est muni d'un robinet et d'un court boyau de caoutchouc facilitant les opérations de remplissage.

5) Le raccord d'aboutement

Un dispositif particulier est requis pour effectuer le raccordement de deux motopompes en série, soit le raccord d'aboutement. Il est formé de deux liaisons femelles, de diamètres habituellement différents (1½ et 2 pouces), permettant ainsi de réunir la sortie de renvoi d'une pompe à l'orifice d'aspiration d'une seconde pompe.

6) L'étrangleur à boyau

L'addition d'une nouvelle section de boyau ou le changement d'une lance exige normalement d'arrêter l'écoulement de l'eau durant quelques instants. L'étrangleur à boyau permet de réaliser cette manoeuvre dans le minimum de temps, mais il entraîne des risques sérieux de détérioration s'il n'est pas utilisé avec précaution.

Le boyau doit être inséré profondément dans la mâchoire de l'étrangleur; en plaçant l'instrument en position verticale, le poids du boyau facilitera sa pénétration.

7) La dérouleuse à boyau

L'étendage du boyau en rouleau peut devenir une opération très fastidieuse si l'on ne dispose pas d'un instrument approprié. Quand elle est maintenue en bon état, la dérouleuse à boyau permet de mettre en place le boyau de renvoi assez rapidement et avec moins d'efforts.

8) Le manchon d'obturation

Le boyau de renvoi est très susceptible d'être endommagé pendant son utilisation, soit par le feu, soit par les combattants ou soit par des objets pointus ou coupants. Lorsqu'un boyau se brise, il doit être réparé immédiatement ou remplacé. Le manchon d'obturation métallique sert à effectuer une réparation d'urgence en un rien de temps.

Si le boyau est complètement sectionné, il est parfois possible de l'utiliser à nouveau en insérant la partie attachée à la pompe dans l'autre section et ce, sur une longueur de 20 pouces. Quand la réparation ne peut être effectuée sur le champ, il est bon d'indiquer le défaut au moyen d'une ficelle ou de ruban gommé de manière à le réparer par la suite.

8.3 MODALITES GENERALES D'OPERATION DES MOTOPOMPES

Bien que chaque type de motopompe comporte des modalités d'opération particulières, il est quand même possible de définir une procédure standard qui s'applique dans la plupart des cas. Celle-ci concerne le choix de l'emplacement, l'installation du dispositif, l'amorçage de la pompe, la mise en marche et le fonctionnement, l'allumage et la lubrification et enfin, la détection et la réparation des défectuosités.

8.3.1 Choix de l'emplacement

Le choix de l'emplacement où installer la motopompe s'effectue immédiatement après celui du point d'attaque, de la méthode à utiliser et de la source d'eau nécessaire.

La source d'eau devrait normalement être localisée le plus près possible de la portion du périmètre que l'on veut arroser, sans pour autant être trop éloignée des voies d'accès.

L'emplacement idéal pour une motopompe s'avère souvent très difficile à découvrir à cause du grand nombre de facteurs à considérer. Les principaux sont la profondeur de l'eau, la nature du fond, la solidité du terrain, le danger de feu, l'interférence dans les communications et la propreté du site.

1) Profondeur de l'eau

Il est absolument indispensable que l'extrémité du boyau d'aspiration, à laquelle est adaptée la crépine, soit recouverte d'au moins 10 à 12 pouces d'eau pour éviter d'aspirer de l'air. La formation de légers remous indique habituellement que la crépine n'est pas assez profonde; si l'on ne peut pas donner plus de profondeur à la source d'eau, on corrige temporairement cet inconvénient en plaçant un morceau de carton ou une planche large au-dessus de la crépine.

La construction d'un quai rudimentaire ou d'une petite digue fournit parfois une solution acceptable au problème causé par le manque d'eau, selon qu'il s'agisse d'un lac ou d'un ruisseau.

2) Nature du fond de l'eau

Le fond d'une source d'eau est souvent jonché de débris susceptibles de nuire au fonctionnement d'une motopompe. La crépine doit être installée à une certaine distance du fond de l'eau pour empêcher que de la vase, du sable ou d'autres matières ne soient aspirés dans la pompe. D'habitude, on place la crépine dans une chaudière et on attache le boyau d'aspiration de façon à ce que l'eau pénètre par le haut du contenant. Il existe d'autre part des semelles métalliques permettant d'isoler la crépine du lit de la source d'eau.

Lorsque le fond de l'eau est agité par les vagues ou par le

courant, une toile, une roche plate ou même des branches de sapin retenues en place par des pierres réussissent parfois à empêcher le sable de s'introduire dans la pompe. Enfin, on peut toujours fixer l'extrémité du boyau entre deux eaux en l'attachant à un piquet ou à une bille flottante.

3) Solidité du terrain

L'emplacement choisi devrait être solide pour éviter que la motopompe ne s'enfonce. A moins que le boyau d'aspiration ne soit réellement trop court, il faut chercher à déplacer l'appareil quand le terrain est mou. S'il n'y a pas moyen de faire autrement, on fait reposer la motopompe sur deux petits rondins.

4) Le danger de feu

L'emplacement même de la motopompe doit être débarrassé des combustibles légers et secs ainsi que de la couche de tourbe située près du tuyau d'échappement. Cette précaution est particulièrement nécessaire pour éviter que les moteurs dont le tuyau d'échappement est bas ne deviennent une cause d'incendie. L'application d'une couche de sable humide sur une épaisseur de deux pouces permet également de diminuer les dangers de feu.

5) Interférence dans les communications

Le bruit perçant du moteur des motopompes peut devenir une nuisance appréciable pour les communications radiophoniques et pour les simples conversations. En conséquence, il faut éviter d'installer un campement aux abords immédiats, de même qu'aux endroits où les motopompes créent de l'interférence dans les communications radio.

6) Propreté du site

Avec la motopompe, il est nécessaire d'assurer la propreté des lieux. De cette façon, on ne risque pas d'égarer certains accessoires

ou certains outils indispensables au fonctionnement de l'appareil. On prendra soin également d'employer un boyau de renvoi imperméable pour l'installation de la première section afin que le sol ne se détrempe pas près de la motopompe.

8.3.2 Préparatifs de mise en marche

Avant de lancer le moteur de la motopompe, l'opérateur doit effectuer certaines opérations d'installation et de vérification. La procédure standard comprend les étapes suivantes:

1 - Effectuer le plein d'essence en utilisant un entonnoir avec filtre ou raccorder le boyau d'alimentation du réservoir au moteur. Il faut éliminer les bulles d'air contenues dans le boyau en laissant couler un peu de carburant;

2 - Graisser les parties mobiles de la motopompe en utilisant le lubrifiant spécifié par le fabriquant;

3 - Vérifier si la crépine est en bon état (grille, clapet de caoutchouc, absence de débris, rondelle d'étanchéité); le boyau d'aspiration doit être placé verticalement pour vérification;

4 - Déposer lentement la crépine dans l'eau;

5 - Raccorder solidement le boyau d'aspiration à la pompe;

6 - Installer une première longueur de boyau de renvoi à résistance éprouvée à la sortie de la pompe. Il faut disposer la section de façon à permettre le déplacement de la motopompe, mais le boyau ne doit pas comporter de courbe trop prononcée.

8.3.3 Amorçage de la pompe

La majorité des pompes centrifuges utilisées pour combattre les feux de forêt doivent être amorcées manuellement, c'est-à-dire qu'elles doivent être mises en état de fonctionner en remplissant d'eau le corps de la pompe et le boyau d'aspiration. Les crépines sont toutes munies d'un clapet permettant de retenir l'eau nécessaire à l'amorçage.

La moindre bulle d'air laissée dans la pompe ou dans le boyau d'aspiration suffit souvent à empêcher l'amorçage. Le moteur risque alors de s'emballer, à moins qu'il ne soit muni d'un interrupteur automatique. Il va de soi que le démarrage du moteur ne doit pas être tenté si l'amorçage n'est pas réussi parce qu'il pourrait en résulter des dommages considérables.

Les pompes centrifuges peuvent être amorcées de quatre façons, à savoir:

1) En utilisant une pompe d'amorçage habituellement fixée sur le corps de la pompe, soit à l'orifice de sortie;

2) En enlevant le couvercle de l'orifice d'amorçage placé sur le dessus du corps de la pompe et en y déversant l'eau au moyen d'un seau;

3) En abaissant le boyau d'aspiration dans l'eau pour le remplir et en le soulevant ensuite pour le vider dans la pompe. On complète le remplissage avec un seau;

4) En exerçant un mouvement de pompage avec le boyau d'aspiration et en complétant le remplissage avec un seau s'il y a lieu.

Si le clapet de la crépine est défectueux, il demeure quand même possible d'amorcer une pompe centrifuge. Deux personnes sont alors nécessaires pour réaliser l'opération, laquelle comprend les étapes suivantes:

1) On dispose le boyau de renvoi en courbe de manière à en laisser une longueur d'environ 15 pieds en-dessous du niveau de la sortie d'eau;

2) On place la paume de la main à l'extrémité du boyau d'aspiration en guise de clapet, puis on abaisse le boyau dans l'eau et on le soulève à plusieurs reprises jusqu'à ce que le corps de la pompe et la section recourbée du boyau de renvoi soient remplis;

3) On ferme le bout du boyau d'aspiration avec la paume de la main, puis on le maintient à environ 12 pouces au-dessus du niveau de l'eau. Pendant ce temps, l'opérateur de la motopompe redresse le

boyau de renvoi, permettant ainsi à l'eau de retourner dans le boyau d'aspiration et dans la pompe;

4) On laisse couler un peu d'eau à l'extrémité du boyau d'aspiration de façon à évacuer l'air, puis on plonge le boyau dans l'eau. Le moteur peut ensuite être lancé;

5) Dès que l'on ressent la force d'aspiration, on doit immédiatement enlever la paume de la main;

6) Si la motopompe s'arrête, on reprend la procédure à son début.

8.3.4 Mise en marche et fonctionnement

Les procédures de mise en marche et de fonctionnement d'une motopompe sont multiples puisqu'elles varient en fait pour chaque type d'appareil. Il ne saurait donc être question ici que de considérations très générales; pour plus de précisions, le lecteur devrait s'en remettre aux modes d'emploi fournis par les fabriquants.

L'étrangleur, la manette du carburateur, le décompresseur, la tirette du sytème d'arrêt et le pointeau d'arrêt constituent les principaux dispositifs que doit manipuler l'opérateur de la motopompe. En principe, celui-ci devrait exercer une surveillance continuelle sur un appareil en opération, mais il appert qu'une motopompe en bon état peut fonctionner seule pendant une période d'environ quatre heures.

L'opérateur doit veiller particulièrement à nettoyer souvent la crépine et le filtre du tuyau d'entrée de l'essence. Après la période d'utilisation, il convient de prendre certaines précautions afin de maintenir la motopompe en bon état.

8.3.5 Allumage et lubrification

La plupart des motopompes portatives se lubrifient grâce à l'huile rajoutée au carburant. Le mélange doit cependant être effectué de façon parfaite afin d'éviter la détérioration du moteur. Tous les fabricants de motopompes déconseillent l'usage de gazoline à haute

performance; l'essence blanche ou jaune est préférable. La quantité d'huile spécifiée doit être ajoutée au carburant.

L'ajustement de l'allumage, plus particulièrement des bougies et des vis platinées, doit être fait conformément aux spécifications du fabriquant. Enfin, il ne faut pas négliger de graisser la motopompe aux endroits appropriés; pour ce faire, il est suggéré d'employer la graisse recommandée par le fabriquant.

8.3.6 Détection et réparation des défectuosités

L'opérateur d'une motomompe devrait être en mesure de détecter les défectuosités de son appareil et même de corriger les déficiences mineures. Pour cela, il peut recourir aux guides d'entretien préparés à cette fin. Les principaux symptômes observés sont l'impossibilité de faire démarrer le moteur, son manque de puissance, la faible pression à la lance, la surchauffe du moteur, les difficultés d'amorçage et finalement, l'arrêt du moteur.

Il ne faut jamais tenter de réparer des défectuosités majeures sur les lieux mêmes d'un incendie. Toute motopompe sérieusement endommagée doit être retournée à l'organisme de protection à qui elle appartient.

8.4 MODES DE RACCORDEMENT DES MOTOPOMPES

Lorsque la source d'approvisionnement en eau est située assez près de l'incendie à combattre, la motopompe fournit généralement un débit et une pression capables d'alimenter deux lances à la fois. Mais si les distances séparant la motopompe et les lances s'accroissent à mesure que le feu progresse, on constatera éventuellement une diminution de pression causée par l'élévation et la friction.

Une diminution de pression à la lance peut être corrigée pour un certain temps en utilisant un ajutage de plus faible diamètre. Ce changement de lance peut être répété au besoin, aussi longtemps que le

débit minimum nécessaire pour effectuer le travail est maintenu. A la limite, il faudra enlever des lances pour assurer l'efficacité de l'arrosage.

Au lieu d'être contraint à réduire le nombre de lances en opération, on peut faire appel à d'autres motopompes pour maintenir la pression et le débit nécessaires pour effectuer un arrosage adéquat. Il suffit alors de raccorder un certain nombre de pompes et de conjuguer leurs efforts, pour obtenir ainsi un rendement plus élevé.

Le raccordement de motopompes se justifie également lorsqu'il faut assurer une livraison d'eau constante, alors qu'une motopompe unique n'offre pas de garanties suffisantes.

La présente section traitera des quatre modes de raccordement utilisés, soit le raccordement en série, en parallèle, en série-parallèle et avec relais; elle abordera également les utilisations que l'on peut faire de ces techniques.

8.4.1 Le raccordement en série

L'objectif visé par le raccordement de motopompes centrifuges en série est de maintenir une pression et un débit suffisants sur une ligne de boyau de façon à compenser les pertes dues à la friction et à l'élévation.

Selon les circonstances, le raccordement ou plus précisément, l'aboutement de deux motopompes, peut être réalisé selon l'une des trois méthodes suivantes (figure 63):

1) *Installation des motopompes au même emplacement:*

Lorsque le boyau de renvoi utilisé est capable de supporter une pression d'au moins 550 lb /po^2, les deux appareils peuvent être réunis au moyen d'un boyau d'aspiration et d'un raccord d'aboutement.

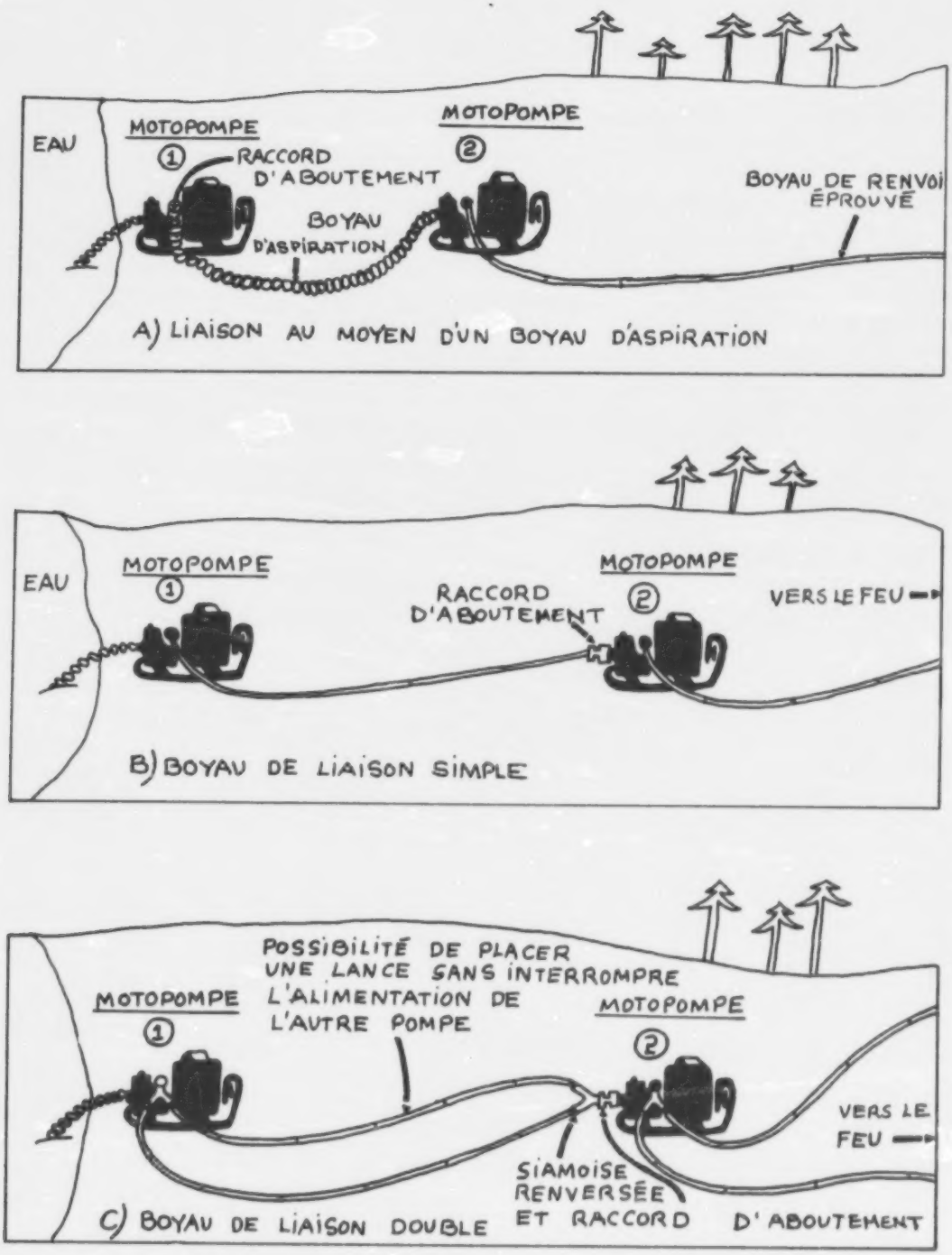


FIGURE 63 RACCORDEMENT EN SÉRIE

Bien que cette méthode ne requiert qu'un seul opérateur de motopompe et qu'elle évite le transport d'un appareil en montagne, elle risque cependant de faire éclater les boyaux employés à cause de la forte pression engendrée. Seuls les opérateurs très expérimentés devraient utiliser cette méthode en prenant soin de faire usage des boyaux de première qualité.

2) *Utilisation d'un boyau de liaison simple:*

La seconde motopompe peut également être placée à l'endroit où la pression de l'eau mesurée à la sortie de la lance devient insuffisante. La liaison entre les deux motopompes est alors effectuée au moyen d'un boyau de renvoi simple, s'adaptant à l'orifice d'aspiration de la deuxième pompe grâce à un raccord d'aboutement.

Même si la deuxième motopompe est installée dès le début à l'endroit choisi, on ne la mettra en marche que si une pression supérieure est recherchée, auquel cas un deuxième opérateur sera requis. Notons que l'arrêt de la motopompe placée en série n'interrompt pas l'écoulement de l'eau sur les lieux de l'incendie.

Si les motopompes utilisées n'ont pas les mêmes performances, la plus puissante devrait toujours être installée près de la source d'eau et marcher à plein régime.

Malgré les précautions décrites précédemment, le boyau de liaison pourrait quand même s'aplatir sous l'effet d'aspiration créé par la deuxième pompe, indiquant ainsi une insuffisance d'approvisionnement en eau. Pour corriger cette situation, on peut soit réduire le régime du moteur de la deuxième motopompe jusqu'à ce que la charge augmente, soit diminuer la grosseur des lances pour obtenir une pression plus forte, ou soit encore, rapprocher le deuxième appareil si l'on ne prévoit pas un accroissement de charge.

3) *Utilisation d'un boyau de liaison double:*

Quand le débit obtenu au moyen de l'installation précédente est trop faible, il peut être utile de placer une double ligne de boyau de renvoi entre les deux motopompes. L'emploi d'une siamoise normale et d'une siamoise renversée s'avère alors nécessaire.

Cette façon de réaliser le raccordement en série de deux motopompes permet de disposer, en cas de reprise du feu, d'un approvisionnement en eau entre les deux appareils et ce, sans interruption de l'écoulement d'eau pour le réseau en opération.

8.4.2 Le raccordement en parallèle (figure 64)

Le raccordement en parallèle de deux motopompes vise, soit à assurer un débit d'eau continuel en cas de bris d'un boyau ou d'une motopompe, soit à permettre la livraison d'eau à partir de deux sources d'approvisionnement insuffisantes pour alimenter individuellement une motopompe pendant une longue durée (les deux motopompes sont alors utilisées alternativement) ou soit encore, à garantir l'acheminement d'eau vers des endroits stratégiques, tels un coupe-feu ou des biens de grande valeur.

Les deux motopompes à raccorder doivent être placées assez près l'une de l'autre, tout en évitant que le boyau de renvoi de la première ne s'appuie sur l'autre appareil. Un seul opérateur suffit alors pour assurer leur fonctionnement.

Pour effectuer le raccordement en parallèle de deux motopompes, on a besoin de deux appareils ne présentant pas nécessairement les mêmes caractéristiques, de deux boyaux d'aspiration munis des crépines appropriées et d'une siamoise renversée servant à effectuer l'accouplement des deux boyaux de renvoi.

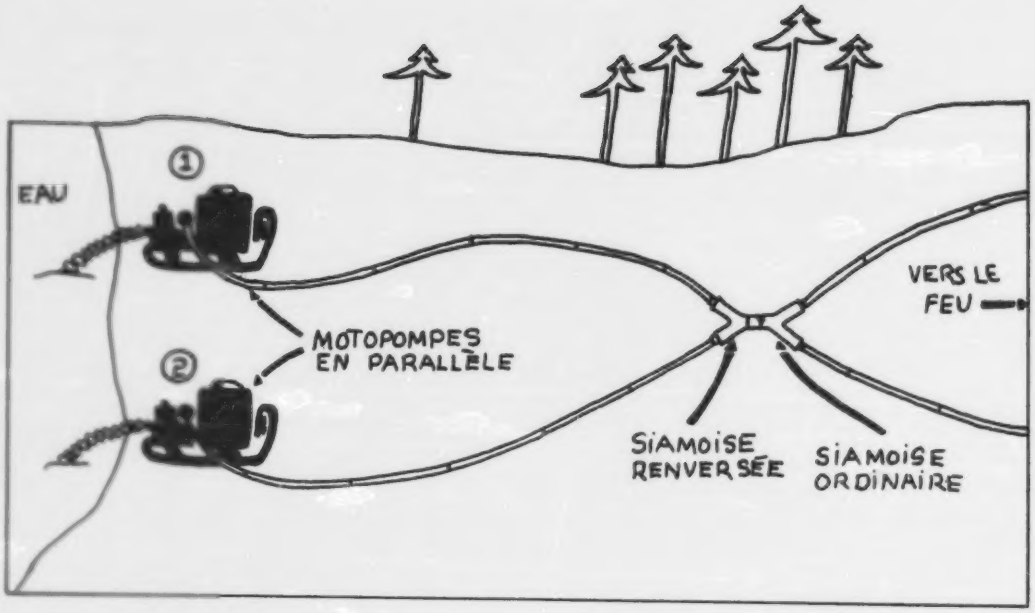


FIGURE 64 RACCORDEMENT EN PARALLÈLE

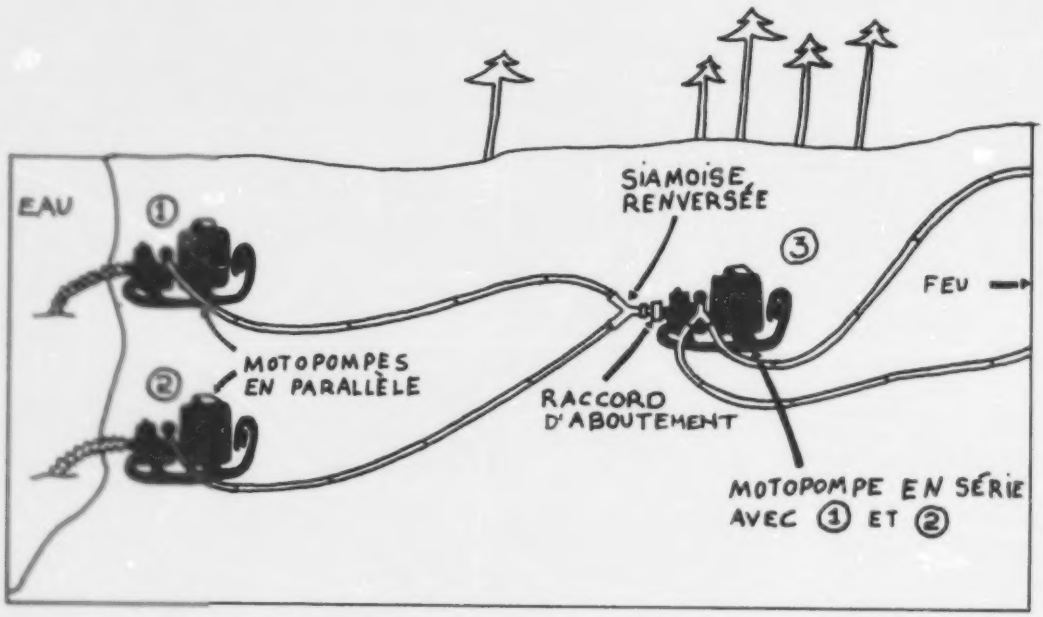


FIGURE 65 RACCORDEMENT EN SÉRIE - PARALLÈLE

8.4.3 Le raccordement en série-parallèle

En combinant les deux techniques de regroupement décrites précédemment, soit en série et en parallèle, on peut réussir à obtenir les avantages offerts par chacune de ces méthodes. La portion du système installée en parallèle assure le débit et la garantie de continuité, tandis que la portion montée en série fournit la pression nécessaire pour acheminer l'eau sur une longue distance et pour surmonter la pression statique (figure 65).

Pour fixer l'écart entre les motopompes raccordées en série, il est essentiel de tenir compte du nombre de lances utilisées, de la grosseur des ajutages employés, de l'élévation du terrain et de la nature du réseau de boyaux de renvoi en usage.

De façon générale, plus les ajutages utilisés sont gros, plus les motopompes raccordées en série devraient être rapprochées l'une de l'autre. La meilleure façon de procéder consiste d'abord à fixer la grosseur minimale des lances à utiliser, selon le travail à réaliser. On procède ensuite à l'installation de la deuxième motopompe quand la pression de l'eau à la sortie des lances devient trop faible.

8.4.4 Le raccordement avec relais

Le raccordement de motopompes au moyen de relais poursuit les mêmes fins que la technique en série. Cette méthode se distingue toutefois d'après la méthode d'alimentation de la deuxième motopompe. Dans le raccordement en série, ce deuxième appareil s'alimente directement à même le boyau de renvoi relié à la première motopompe, alors que dans le raccordement avec relais, l'approvisionnement en eau est plutôt assuré par l'intermédiaire d'un réservoir portatif; tout contenant de fortune peut aussi servir si la chose se révèle nécessaire.

Le raccordement avec relais entraîne des pertes appréciables de débit et de pression. Cette méthode ne s'avère donc utile qu'en dernier ressort.

8.4.5 Utilisation pratique des techniques de raccordement

En général, le raccordement de deux ou de plusieurs motopompes s'effectue au fur et à mesure que progresse le combat du feu. Cependant, lorsque l'incendie est éloigné des sources d'approvisionnement en eau ou lorsqu'il est localisé en montagne, il devient souvent indispensable de raccorder dès le début des motopompes en série afin d'acheminer l'eau vers le feu. Dans ces conditions, il y a même avantage à installer immédiatement une double ligne de boyaux entre les motopompes afin de pallier les pertes de pression dues à la friction.

Il convient de préciser qu'il n'existe aucune relation directe entre la superficie d'un incendie et l'opportunité de recourir à l'une ou l'autre des techniques de raccordement. La décision de raccorder plusieurs motopompes dépend essentiellement des besoins en eau à certains endroits de la bordure du feu, en termes de débit et de pression.

Le raccordement de motopompes ne constitue pas la seule façon d'influencer les deux variables débit et pression. Plusieurs autres facteurs doivent être considérés, notamment la grosseur des lances utilisées. Par exemple, un débit de 44 gallons à la minute peut être déversé à une pression de 50 lb /po^2, en utilisant quatre lances de $\frac{1}{4}$ de pouce ou une lance de $\frac{1}{2}$ pouce, et à une pression de 40 lb /po^2 en employant deux lances de 3/8 de pouce. La section suivante analysera les autres facteurs qui influencent le rendement de l'arrosage avec des motopompes.

8.5 ORGANISATION DE L'ARROSAGE AU MOYEN DE MOTOPOMPES

Bien qu'il soit possible à un seul homme d'installer une motopompe et de procéder à l'arrosage d'un brasier, ce travail est généralement confié à un groupe de combattants qui parviennent ainsi à le réaliser plus rapidement et avec moins de pertes de temps. La mise en place et le fonctionnement d'un dispositif d'arrosage demandent parfois des efforts considérables en raison de la topographie, de la longueur du boyau de renvoi, des difficultés de communication et des problèmes causés par la proximité de l'incendie. Pour assurer l'efficacité du travail, il

importe donc de bien organiser les diverses équipes de combattants et de définir précisément les fonctions qui leur sont confiées.

8.5.1 Organisation des équipes de travail

L'utilisation de motopompes requiert un nombre élevé de combattants regroupés en équipes, dont le travail est coordonné soigneusement. L'opération la plus fréquemment réalisée est la construction d'une ligne d'arrêt.

Sous la responsabilité d'un chef de section, on retrouve habituellement un localisateur de ligne, une équipe de débroussaillage, une équipe de motopompes et une équipe de surveillance et d'extinction (figure 66). Nous nous limiterons à traiter de l'organisation de l'équipe de motopompes, étant donné que les autres fonctions ont déjà été décrites dans un chapitre précédent.

Au début d'un incendie, il est plutôt difficile de trouver l'équipement et les effectifs requis pour monter un dispositif aussi complet que celui qui a été décrit plus haut. L'organisation s'effectue alors par étapes, chacune d'elles étant planifiée en prévision des développements futurs. Le chef de section doit coordonner le travail de chacune des équipes de son secteur, ainsi que la localisation de la ligne d'arrêt, la surveillance initiale et l'extinction finale s'il y a lieu; cette coordination s'avère nécesssire pour éviter que les combattants situés en avant des lances ne soient cernés par le feu et pour empêcher qu'une échappée de feu ne survienne après l'arrosage. La synchronisation des travaux est particulièrement importante lorsqu'on procède à un brûlage de nettoiement avec la méthode d'attaque indirecte.

Deux équipes de lance forment généralement la base d'une équipe d'arrosage alimentée en eau par une ou plusieurs motopompes. A moins de se contenter de travailler avec une pression faible, retardant ainsi la progression du combat, il faut ajuster le nombre de motopompes en opération et le nombre d'équipes de lance selon la topographie et l'éloignement de la source d'eau. Ces deux derniers facteurs affectent la pression dans les lances et le débit de l'eau.

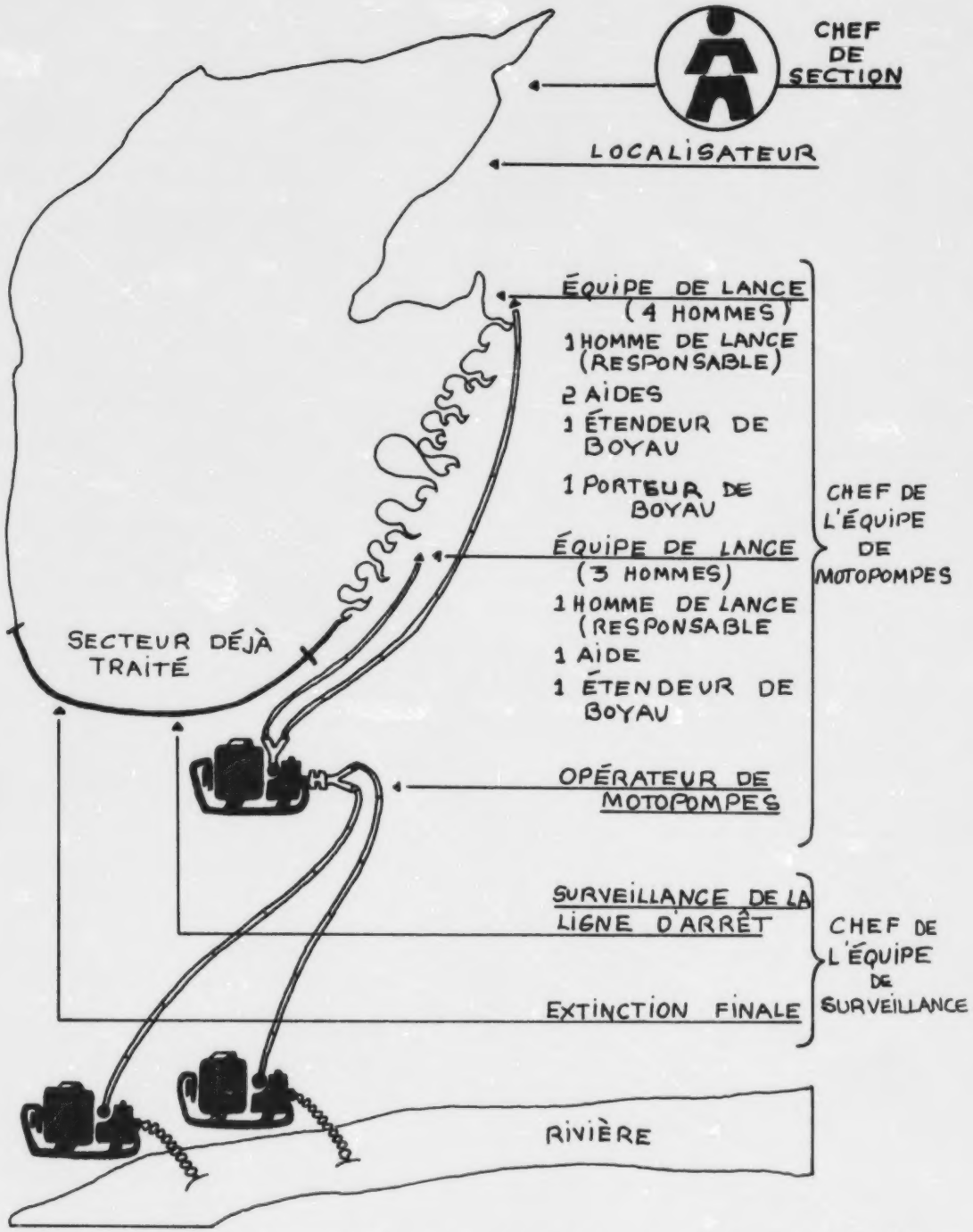


FIGURE 66 ORGANISATION DES ÉQUIPES DE CONSTRUCTION D'UNE LIGNE D'ARRÊT (MÉTHODE DIRECTE) AVEC DES MOTOPOMPES

A cause des problèmes causés par la manutention du boyau de renvoi, une *équipe de lance* est habituellement composée de deux, trois ou quatre hommes. Si l'on désire que le travail d'arrosage progresse rapidement ou si la ligne d'arrêt à construire est passablement longue, il est avantageux de former une équipe comprenant un homme de lance, agissant comme responsable du groupe, deux aides et un étendeur de boyau. Leurs fonctions seront décrites dans la section suivante.

D'autres combattants peuvent être requis pour nettoyer partiellement la ligne d'arrêt en avant des équipes de lance et pour transporter le boyau. Leur nombre varie suivant la densité du peuplement, la distance de portage et la vitesse de progression de l'arrosage. Il est parfois avantageux d'affecter des équipes de pré-attaque, munies d'outils manuels, dont la tâche consiste à retarder la progression de l'incendie aux points stratégiques localisés en avant des équipes de lance. Enfin, la planification de la surveillance de la ligne d'arrêt, après le passage des préposés à l'arrosage, doit être faite de façon à prévoir l'encadrement d'un nombre croissant de travailleurs.

8.5.2 Fonctions des membres d'une équipe de lance

De manière à éviter les pertes de temps, le travail d'une équipe de lance doit être organisé systématiquement. Il importe en effet de définir précisément les fonctions de chaque membre de l'équipe dans le but de faciliter la tâche de coordination. Avant d'exposer en détail ces fonctions pour des équipes de lance formées de deux, trois ou quatre hommes, ainsi que pour la manutention du boyau et la réalisation d'un nouvel arrosage, il convient d'énoncer certains principes de base qui doivent guider l'organisation des équipes d'arrosage.

- à l'exception des secteurs qui peuvent être négligés temporairement, tout le périmètre de l'incendie devrait normalement être soumis à l'arrosage;
- chaque nouvelle section de boyau que l'on rajoute à cause de la progression de l'arrosage devrait être étendue sans que l'homme de lance n'ait à se préoccuper de la manutention du boyau;

- l'homme de lance doit appliquer l'eau conformément aux directives du plan d'attaque, en prenant soin également de respecter les facteurs qui conditionnent le cycle d'efficacité de l'eau;
- l'homme de lance doit connaître les particularités du dispositif d'arrosage en opération (nombre d'équipes, force de frappe, etc.);
- le chef de l'équipe de motopompes doit informer l'homme de lance des échéances fixées pour accomplir le travail initial d'arrosage sur un secteur donné de l'incendie. L'homme de lance doit accomplir le travail dans le temps prévu tout en empêchant le feu de s'étendre. Il procède à un nouvel arrosage quand il s'avère nécessaire d'augmenter l'efficacité de l'action initiale;
- chaque membre d'une équipe de lance doit bien connaître sa position et sa fonction par rapport aux autres afin de mieux réaliser les objectifs poursuivis.

1) Equipe de lance formée de 4 hommes (figure 67).

La procédure décrite ci-après nécessite pour sa réalisation un boyau de préférence plié en deux et enroulé par le centre. Elle comprend quatre phases:

Phase 1:

- lorsque l'homme de lance parvient à l'extrémité de la ligne de boyau, soit au point A, une nouvelle section de boyau devrait avoir été mise en place par l'étendeur de boyau (3);
- à partir du point A, l'arrosage demeure encore possible jusqu'au point B situé un peu en avant;
- l'aide (1) se place près de l'homme de lance, prépare l'étrangleur à boyau et, au signal de ce dernier, arrête le débit de l'eau;
- l'aide (2) se met en position à l'endroit où le boyau revient sur lui-même.

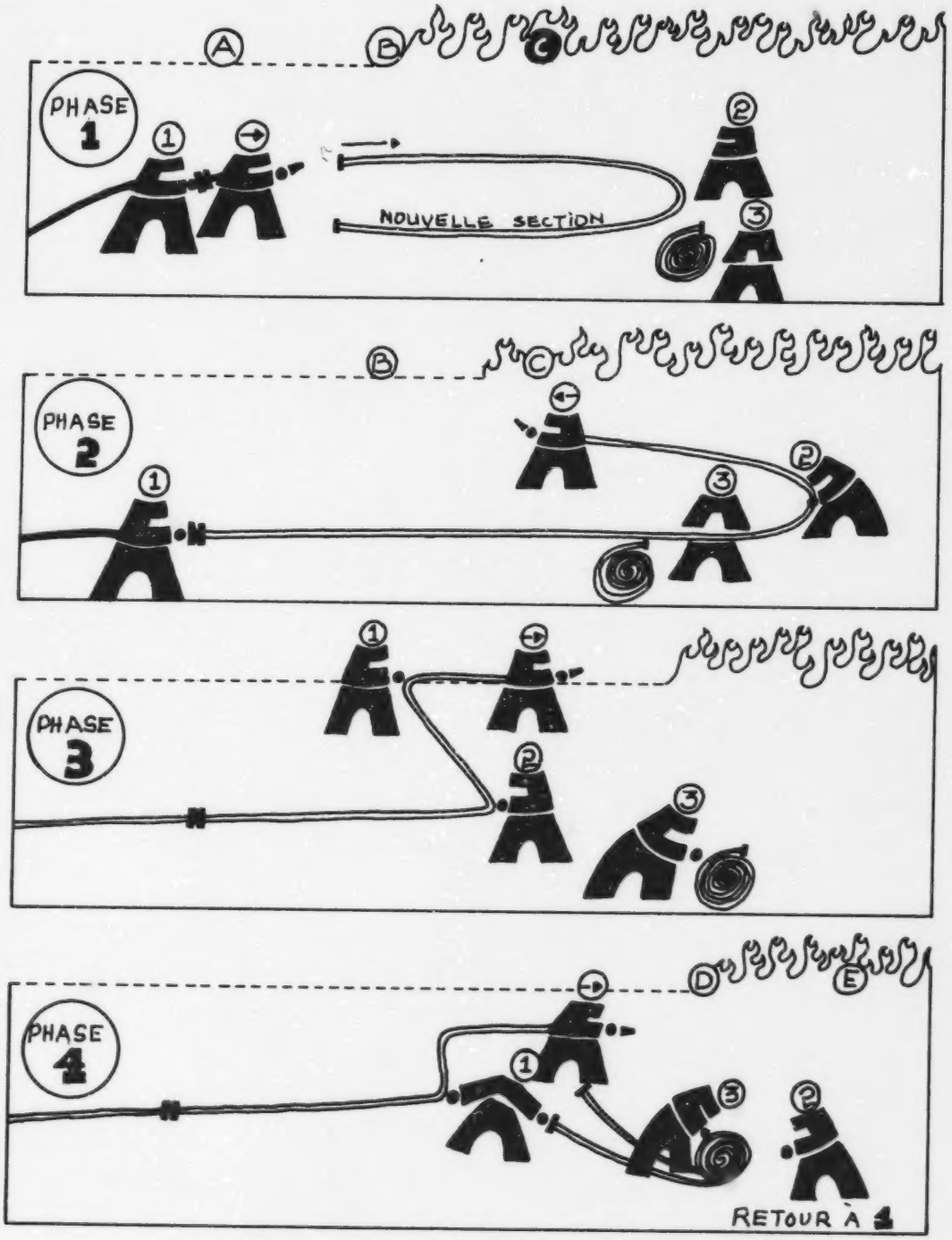


FIGURE 67 ÉQUIPE DE LANCE FORMÉE DE 4 HOMMES

Phase 2:

- une fois que l'arrosage a été complété jusqu'au point B, l'homme de lance donne le signal d'arrêter le débit de l'eau, enlève la lance et se dirige vers le point C, situé à 15 ou 20 pieds du point précédent;
- l'aide (2) tire jusqu'au point C la portion de la nouvelle section munie d'un raccord mâle;
- l'aide (1) effectue rapidement le raccordement de la nouvelle section et libère l'étrangleur à boyau;
- l'aide (2) étire immédiatement le boyau afin d'éviter que des plis ne se forment, ce qui augmenterait la pression et rendrait le raccordement final plus difficile à réaliser;
- l'homme de lance raccorde l'ajutage et procède à l'arrosage de B vers C, sans changer de position.

Phase 3:

- lorsque l'arrosage est terminé jusqu'en C, une deuxième courbe se forme dans la section rajoutée;
- l'aide (1) contrôle le redressement de la deuxième courbe en se plaçant à 8 ou 10 pieds derrière l'homme de lance;
- l'aide (2) continue à surveiller la première courbe jusqu'à ce qu'elle disparaisse.

Phase 4:

- quand la première courbe du boyau est redressée, l'étendeur de boyau (3) tend le raccord femelle d'une nouvelle section à l'aide (1) et procède à l'installation de cette nouvelle longueur de boyau. Avant que le rouleau ne soit complètement étendu, l'aide (1) tire sur le boyau afin de placer les raccords vis-à-vis le bout du boyau utilisé;
- l'aide (2) suit l'étendeur de boyau et agrippe le boyau replié du côté du raccord male afin de le tirer vers l'avant;

- l'homme de lance poursuit l'arrosage jusqu'au point D;
- on recommence à la phase 1 avec une nouvelle section.

2) Equipe de lance formée de 3 hommes (figure 68).

Le travail d'une équipe de lance formée de trois hommes se subdivise en quatre phases:

Phase 1:

- une fois arrivé à l'extrémité du boyau, l'homme de lance complète son travail d'arrosage de A vers B;
- pendant ce temps, l'étendeur de boyau (3) donne à l'aide (2) le raccord femelle d'une section additionnelle de boyau avant de la dérouler;
- l'aide (2) se prépare à arrêter le débit en se plaçant derrière l'homme de lance.

Phase 2:

- l'étendeur de boyau aligne le raccord femelle de la nouvelle section vis-à-vis le bout du boyau en usage et tire l'autre extrémité jusqu'au point C, soit de 15 à 20 pieds en avant de B;
- l'homme de lance commande l'arrêt de l'écoulement, enlève l'ajutage, se déplace en C et adapte la lance à la nouvelle section;

Phase 3:

- l'aide (2) accouple les deux sections et libère l'étrangleur;
- l'étendeur de boyau dispose correctement le boyau à l'endroit où il revient sur lui-même;

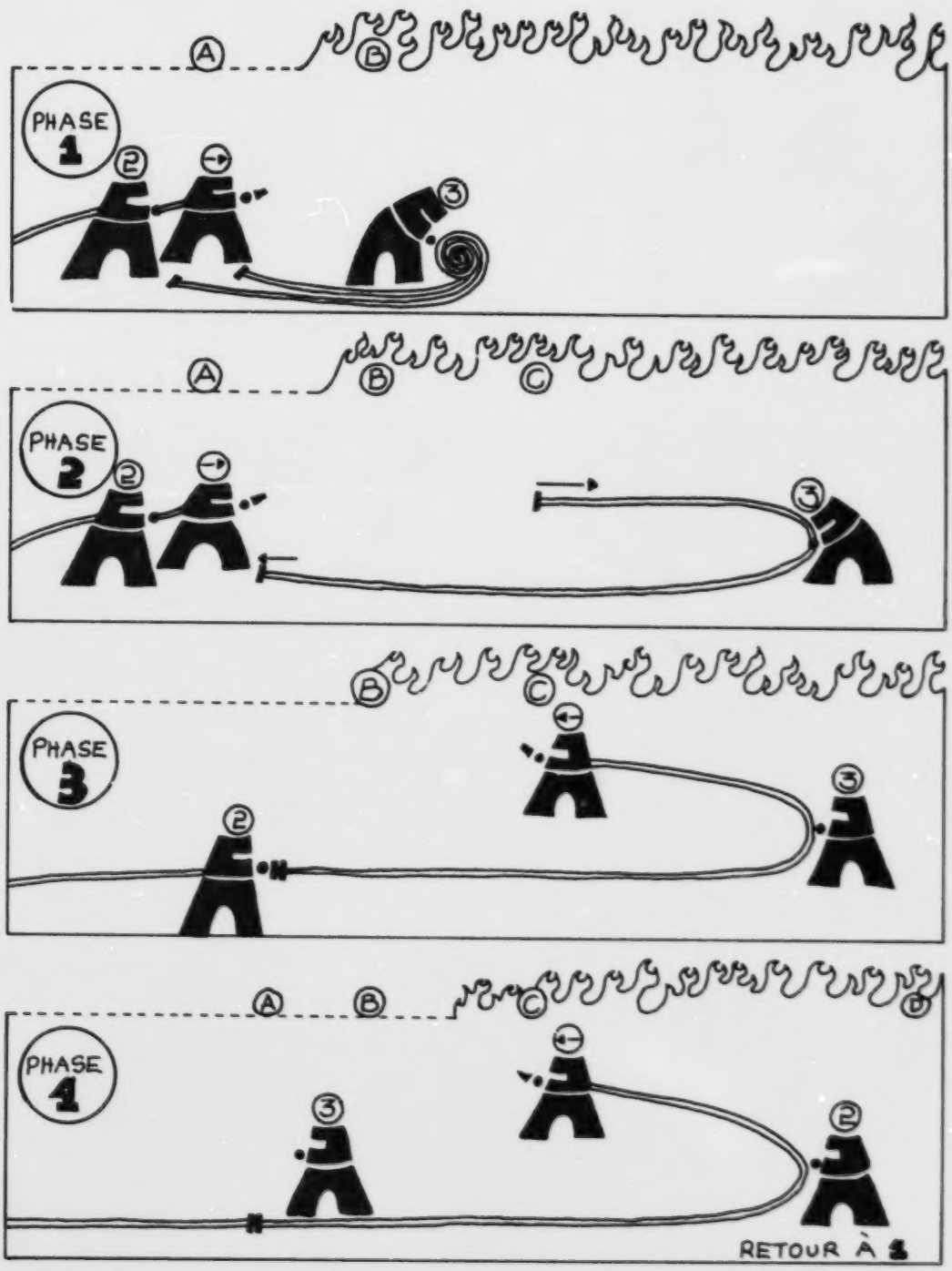


FIGURE 68 ÉQUIPE DE LANCE FORMÉE DE 3 HOMMES

Phase 4:

- l'aide (2) remplace l'étendeur de boyau pour surveiller la seule courbe accentuée qui sera tolérée dans la nouvelle section. Il tire le boyau vers l'avant à mesure que progresse l'homme de lance et ce, jusqu'à ce que ce dernier se rende à l'extrémité du boyau, soit au point D.

3) Equipe de lance formée de 2 hommes (figure 69).

La progression de l'arrosage peut aussi être réalisée par une équipe composée de deux hommes. Le travail est alors réparti en trois phases:

Phase 1:

- une fois parvenu au point A, l'homme de lance complète son travail d'arrosage jusqu'au point B;
- l'aide (3) interrompt alors le débit de l'eau avec un étrangleur et déroule une nouvelle section de boyau;
- l'homme de lance enlève l'ajutage tout en retenant avec son pied le raccord femelle de la section additionnelle de boyau.

Phase 2:

- l'homme de lance accouple les deux sections de boyau et libère l'étrangleur pendant que l'aide (3) déplace le boyau de façon à ce que le raccord male soit situé au nouveau point d'arrosage, soit en C;
- l'homme de lance se déplace rapidement vers le point C, raccorde sa lance et recommence l'arrosage à partir du point B;

Phase 3:

- l'aide (3) fait suivre la courbe du boyau à mesure que progresse l'arrosage;

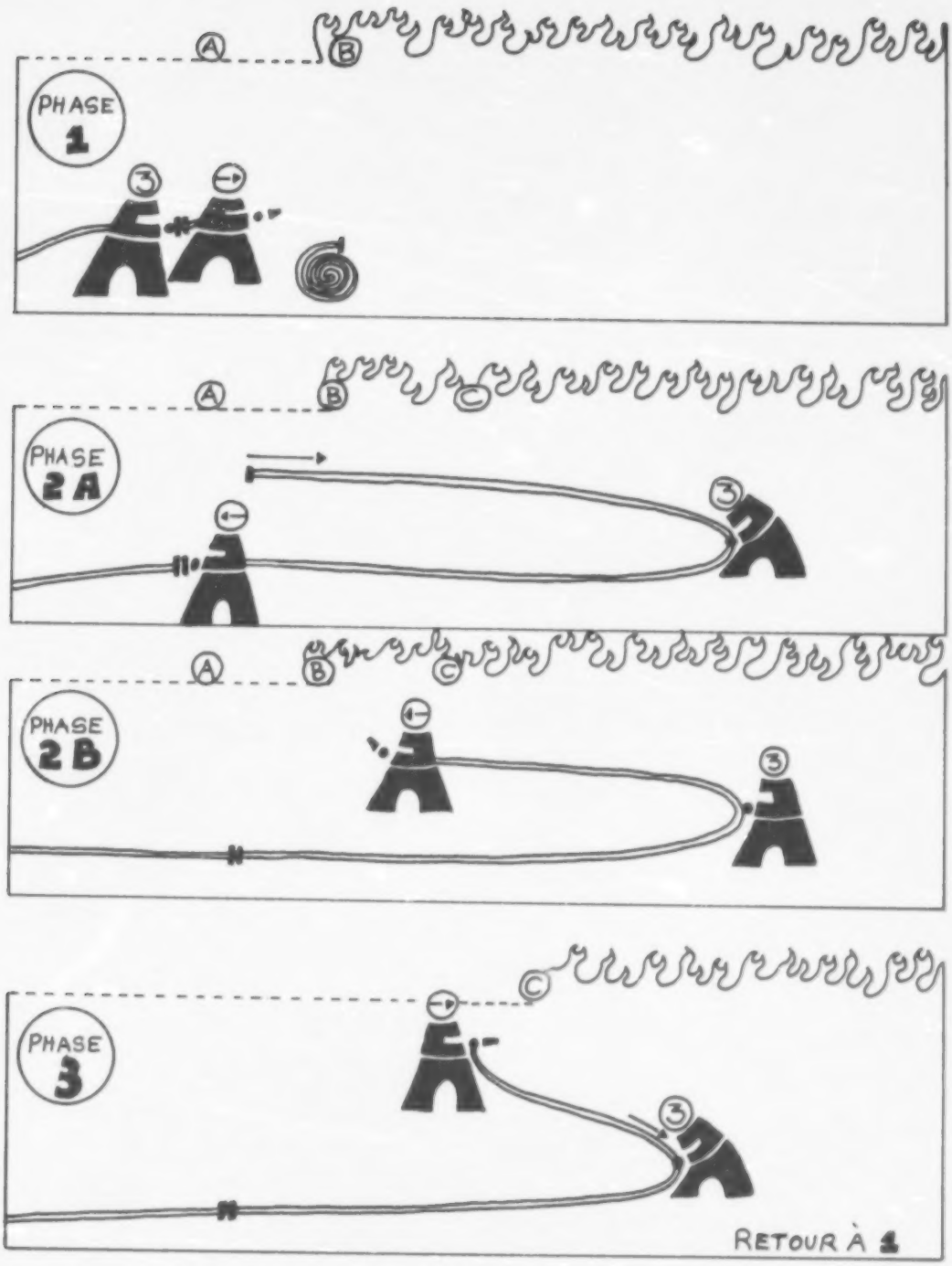


FIGURE 69 ÉQUIPE DE LANCE FORMÉE DE 2 HOMMES

- l'homme de lance remet l'étrangleur à boyau à l'aide (3) lorsqu'il est rendu à l'extrémité de la dernière section ajoutée.

4) Manutention d'une ligne de boyau sous pression

Il se présente parfois des circonstances où il s'avère préférable de manipuler un boyau sous pression lors de l'établissement d'une ligne d'eau. Cette situation survient habituellement quand il faut traverser la base d'un doigt ou d'une baie, quand il est impossible d'étendre un boyau sec vers l'avant à cause des dangers existants ou quand on veut atteindre le côté opposé du périmètre d'un feu en traversant l'aire incendiée.

La figure 70 illustre la procédure à suivre pour progresser avec le boyau dans une baie ou dans un doigt. Des hommes sont nécessaires pour tirer le boyau et pour surveiller le déroulement de ses courbures. La procédure illustrée s'applique toujours de la même façon, quel que soit le nombre de combattants utilisés. Il convient toutefois de préciser que la largeur de la baie ou du doigt qui peut être traversé influence sur la dimension de l'équipe requise; par exemple, quatre hommes sont nécessaires pour effectuer un travail efficace quand la largeur de l'obstacle atteint 200 pieds.

L'intensité de la chaleur ou de la fumée empêchent quelquefois d'étendre un boyau sec en avant de l'homme de lance. Il faut alors se résoudre à étendre un boyau sous pression d'après la méthode suivante: après avoir placé les accouplements mâle et femelle près de la lance, le boyau est ensuite déroulé vers l'arrière. Au moment où une section additionnelle de boyau est requise, on arrête le débit de l'eau, on place la lance à l'extrémité de la nouvelle section, on procède au raccordement et, finalement, on libère l'étrangleur. Le boyau est ensuite tiré vers l'avant à mesure que progresse l'arrosage. Cette procédure requiert beaucoup plus d'énergie de la part des combattants que les méthodes décrites précédemment. C'est pourquoi elle n'est utilisée que dans les circonstances citées plus haut.

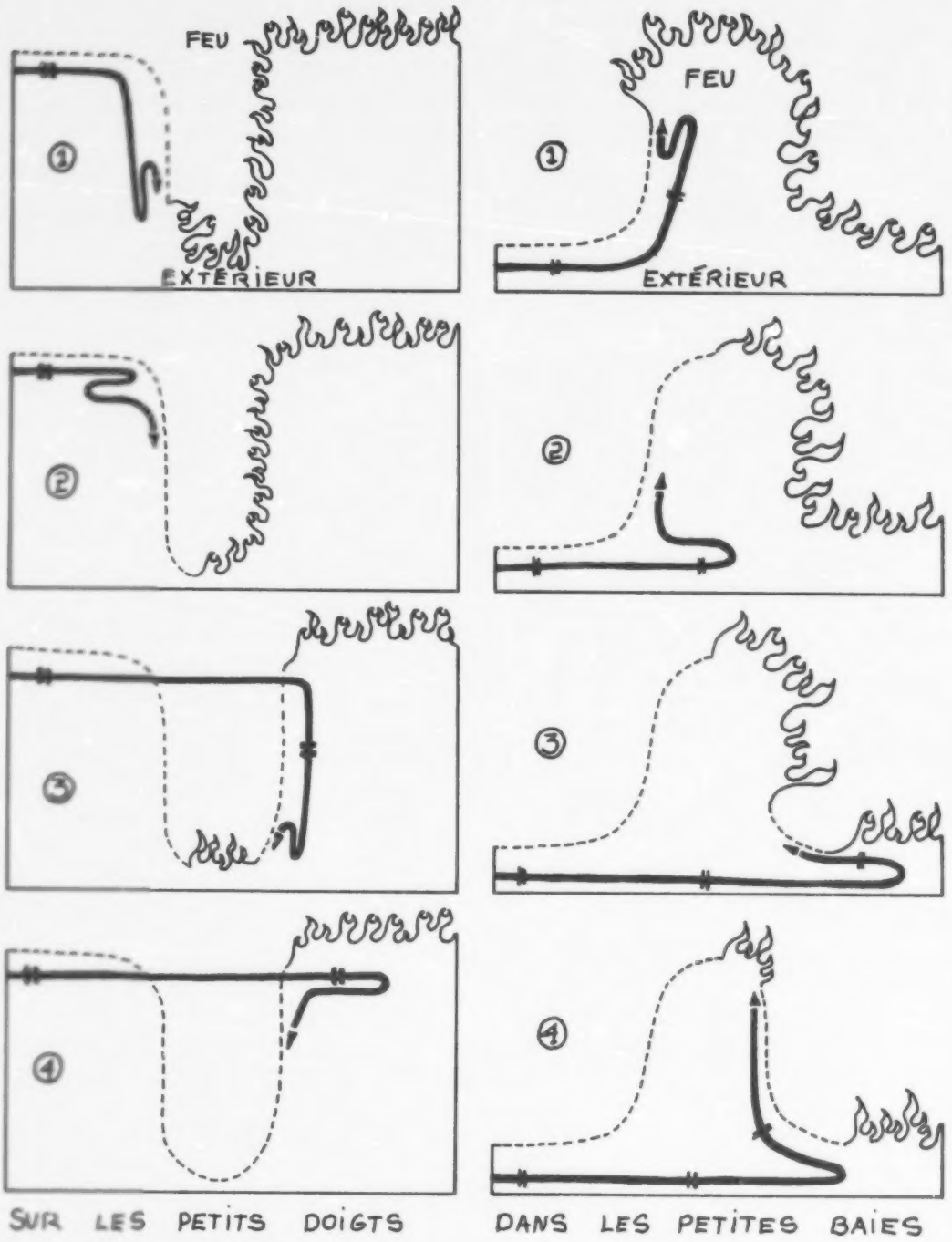


FIGURE 70 MANUTENTION DU BOYAU DE RENVOI SOUS CHARGE

5) Réalisation d'un nouvel arrosage

En étudiant les principes de construction d'une ligne d'arrêt au moyen de motopompes, nous avons vu qu'il était souvent nécessaire d'effectuer un deuxième, un troisième ou même un quatrième arrosage en bordure du feu. Ce travail peut être réalisé de deux façons, selon que les combattants progressent vers l'avant ou vers l'arrière.

Progression vers l'avant - équipe de 4 hommes (figure 71)

La réalisation d'un nouvel arrosage en progression avant par une équipe de quatre hommes comporte trois phases:

Phase 1:

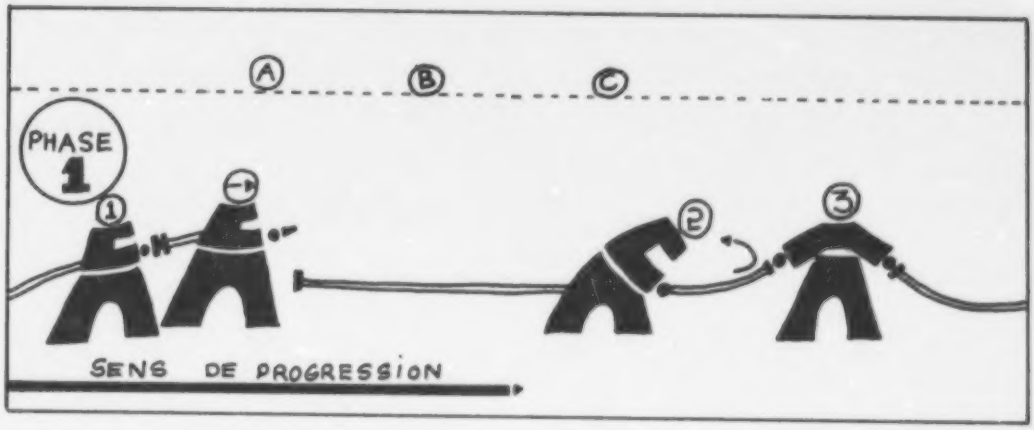
- lorsque l'homme de lance atteint l'extrémité du boyau utilisé, soit le point A, l'étendeur de boyau (3) désaccouple la section suivante et transporte le raccord mâle à la position requise, soit en C;
- l'aide (2) demeure près de la courbure formée afin d'en surveiller le déroulement;
- dès que l'arrosage est complété jusqu'au point B, l'aide (1) arrête le débit de l'eau et l'homme de lance enlève l'ajutage.

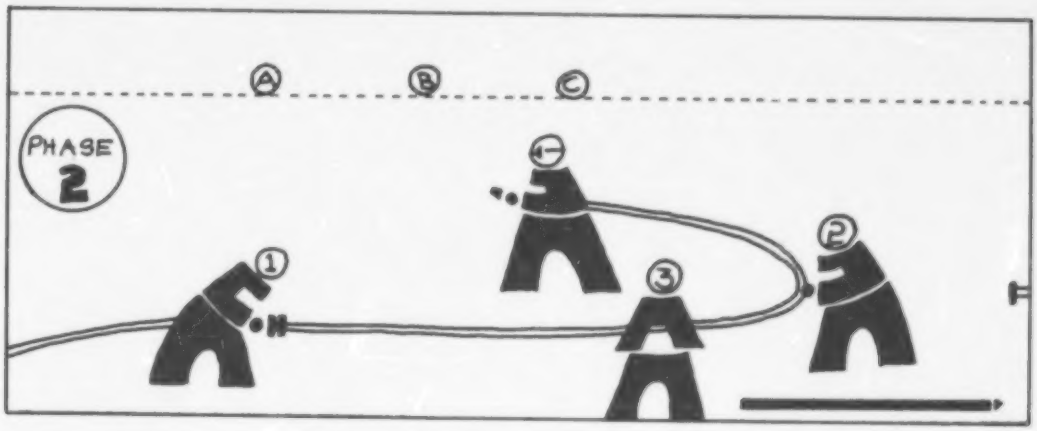
Phase 2:

- l'aide (1) raccorde le boyau sous pression à la section suivante et l'homme de lance adapte son ajutage avant que l'eau ne soit libérée;

Phase 3:

- la progression vers l'avant s'effectue ensuite en ayant recours à la technique employée lors du premier arrosage.





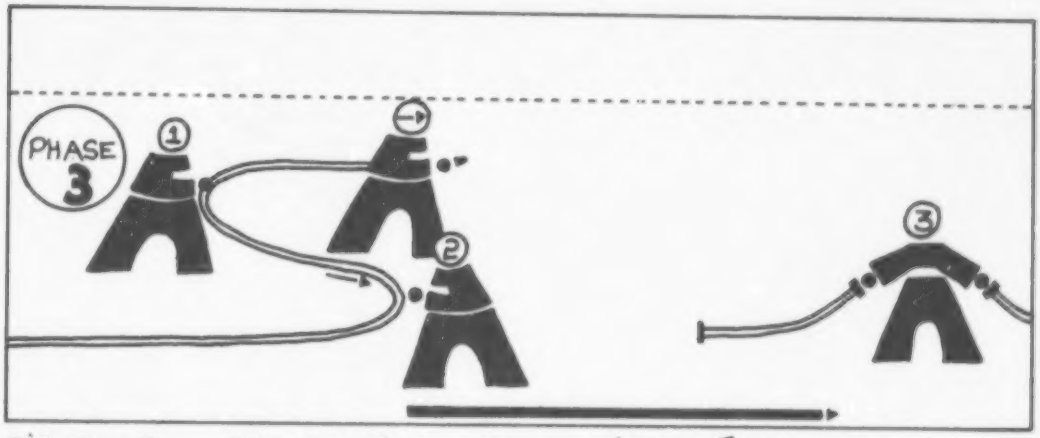


FIGURE 71 PROGRESSION AVANT D'UNE ÉQUIPE DE 4 HOMMES LORS D'UN NOUVEL ARROSAGE

Progression vers l'avant - équipe de 3 hommes

La procédure utilisée ressemble à la précédente, avec la différence que les fonctions qui devraient normalement relever de l'étendeur de boyau (3) sont assumées par l'aide (2).

Progression vers l'avant - équipe de 2 hommes

Avec une équipe aussi réduite, l'homme de lance ferme d'abord le débit, puis raccorde le boyau sous pression à la section suivante. L'aide (2) désaccouple les raccords situés à l'extrémité de la section et apporte le raccord mâle vers l'arrière, à la position désirée. Enfin, il raccorde l'ajutage avant que l'homme de lance ne retire l'étrangleur à boyau.

Progression vers l'arrière - équipe de 4 hommes (figure 72)

Un nouvel arrosage peut également être réalisé en progression arrière. Avec une équipe de quatre hommes, le travail s'effectue en trois phases successives:

Phase 1:

- à partir du point A, l'homme de lance arrose la bordure du feu jusqu'au point B, c'est-à-dire à mi-chemin entre sa position et l'extrémité de la section suivante du boyau;
- lorsque l'homme de lance a presque terminé l'arrosage entre les points A et B, il en avertit l'aide (1) qui se rend au premier raccordement vers l'arrière et se prépare à arrêter le débit de l'eau. Dès que l'arrosage est complété, l'étrangleur à boyau est refermé;

Phase 2:

- l'aide (1) désaccouple le boyau;
- l'homme de lance enlève son ajutage et va rejoindre l'aide (1) au bout de la ligne de boyau sous pression où il adapte sa lance;

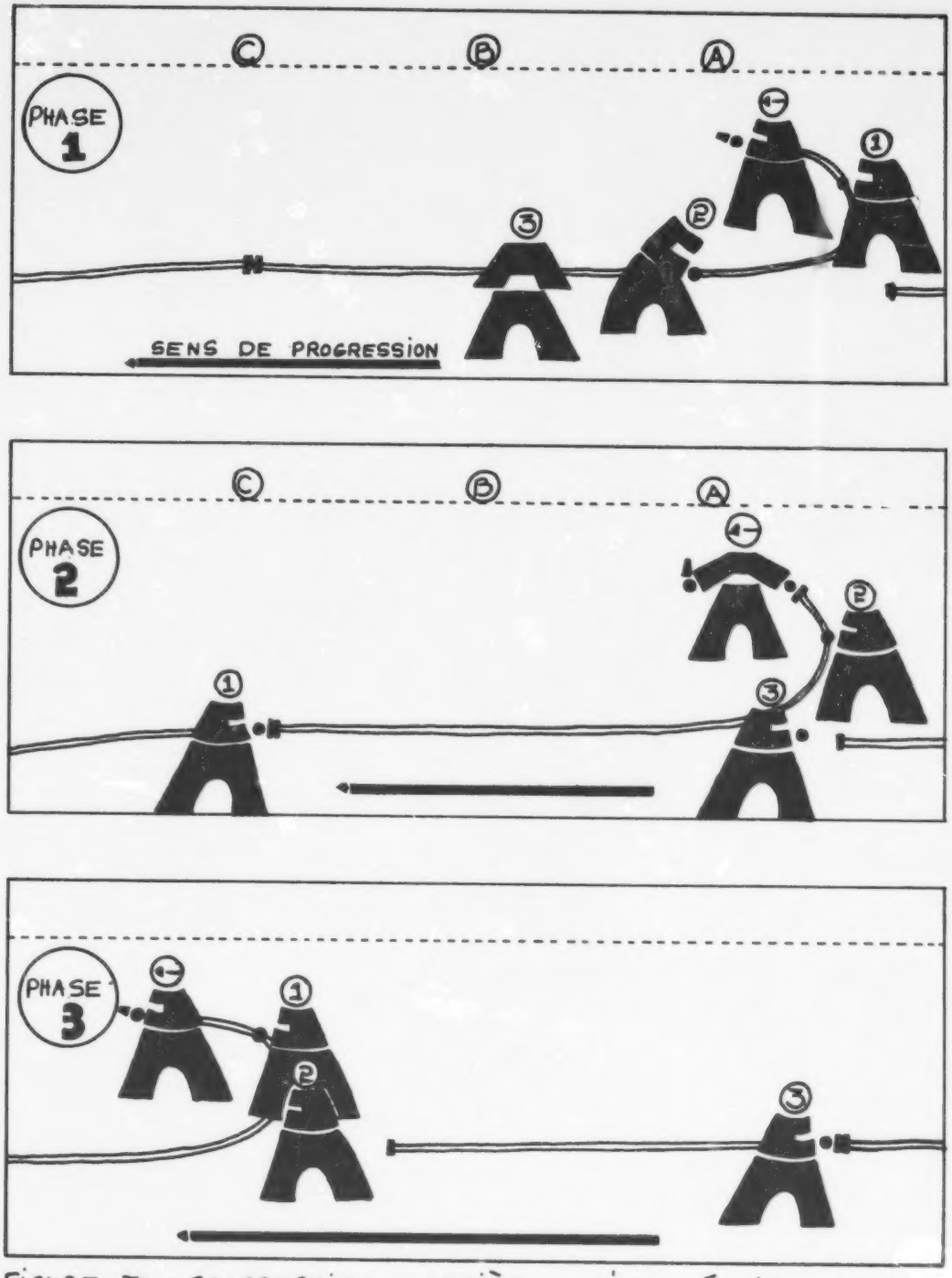


FIGURE 72 PROGRESSION ARRIÈRE D'UNE ÉQUIPE DE 4 HOMMES LORS D'UN NOUVEL ARROSAGE

- lorsque les raccords sont effectués, l'étrangleur à boyau est retiré et l'arrosage peut recommencer à partir du point B;

Phase 3:

- après avoir complété l'arrosage entre les points B et C, l'homme de lance progresse ensuite vers l'arrière;
- l'aide (1) se rend à sa position habituelle derrière l'homme de lance, tandis que l'aide (2) surveille la courbure;
- pendant ce temps, l'étendeur de boyau (3) raccorde la section de boyau abandonnée au reste de la ligne non utilisée. Cette précaution laisse derrière les combattants une ligne de boyau continue, prête à être employée si le feu menaçait de s'échapper.

Progression vers l'arrière - équipe de 3 hommes

Dans la procédure décrite pour une équipe de quatre hommes, l'aide (1) est enlevé. En revanche, le débit de l'eau est arrêté et les boyaux sont désaccouplés et raccordés alternativement par les aides (2) et (3).

Progression vers l'arrière - équipe de 2 hommes

Pour simplifier le travail des deux combattants, le débit de l'eau est arrêté et le boyau est désaccouplé par l'aide (2). De plus, les sections de boyau abandonnées ne sont pas raccordées.

8.6 APPLICATION DES TECHNIQUES DE COMBAT DES FEUX A L'AIDE DE MOTOPOMPES

L'arrosage d'un foyer d'incendie ne constitue pas une tâche aussi facile qu'on pourrait le croire. S'il veut que son travail soit vraiment efficace, l'homme de lance doit progresser rapidement, tout en appliquant l'eau de manière à ce que la ligne d'arrêt soit capable de retenir le feu jusqu'au prochain arrosage.

Le combat d'un feu à l'aide d'une motopompe s'effectue suivant l'une ou l'autre des techniques d'attaque connues, soit directe et indirecte. Pour choisir la méthode à utiliser, l'homme de lance ou le chef de l'équipe d'arrosage doivent être capables d'analyser les conditions de propagation du feu et d'évaluer le cycle d'efficacité de l'eau déversée. L'application de la technique de combat appropriée doit être réalisée dans les plus brefs délais, car la moindre perte de temps causée par un mauvais usage de l'eau ou une négligence au travail peut forcer l'établissement d'une ligne d'arrêt plus longue que nécessaire.

8.6.1 L'attaque directe

La motopompe est le seul outil de combat des feux de forêt capable de fournir de l'eau en quantité et avec une pression suffisante pour modifier la disposition et l'état des combustibles situés au-dessus du sol minéral. Cette caractéristique est mise à profit lorsque l'attaque est dirigée juste à la bordure de l'incendie. A ce moment, le travail de l'homme de lance consiste à abattre les flammes dans un premier temps et à établir une ligne d'arrêt dans un deuxième temps.

1) Abattage des flammes

Pour réduire l'intensité des flammes qui se dégagent d'un brasier, il suffit d'appliquer le principe de refroidissement des combustibles et d'absorber la chaleur par l'eau. La quantité de chaleur qui peut être absorbée dépend largement de l'importance de la surface exposée à l'eau. L'exécution de ce travail exige donc le recours à un jet diffus ou à un jet en bruine.

2) Etablissement d'une ligne d'arrêt

Une fois les flammes abattues, le travail de l'homme de lance n'en est pas terminé pour autant. L'eau appliquée aux combustibles de surface en ignition exerce un effet seulement temporaire. Le feu peut toujours continuer de brûler dans la couche de tourbe jusqu'à ce que l'eau rajoutée se soit évaporée; à partir de ce moment, on doit craindre une

échappée de feu dans les matériaux de surface. L'établissement d'une barrière entre les combustibles enflammés et les combustibles intacts s'avère alors la seule solution valable.

Une ligne d'arrêt établie à l'aide de motopompes vise les mêmes objectifs que les autres lignes construites au moyen d'outils manuels ou de machinerie lourde. Les résultats diffèrent cependant d'après le degré de séparation obtenu entre les combustibles.

Mentionnons que même si un jet d'eau sous pression ne permet pas d'établir une tranchée aussi nette que les moyens conventionnels, il fournit néanmoins une précaution supplémentaire en changeant l'état des combusbibles. En effet, l'usage d'un jet d'eau contribue à augmenter le degré d'humidité et la résistance au feu des matériaux, effet qui ne peut pas être obtenu avec des outils manuels.

La construction d'une ligne d'arrêt avec une motopompe exige une bonne force de frappe, caractérisée à la fois par une pression et un débit élevés. Par exemple, un jet d'une pression de 50 lb /po^2, fourni par une lance de $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, effectue un meilleur travail qu'un jet de 150 lb /po^2 créé par une lance de $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre. De plus, la force de frappe du jet d'eau doit être proportionnelle aux difficultés du travail à exécuter; plus la couche de tourbe à déplacer sera épaisse, plus la force de frappe devra être grande. Précisons que cette force n'atteint de valeurs élevées qu'avec un jet droit.

L'épaisseur et la composition de la tourbe ainsi que la diminution de la force de frappe employée peuvent empêcher l'homme de lance d'exposer le sol minéral; l'application d'eau provoque quand même une séparation partielle des combustibles et augmente leur résistance au feu sur une étroite bande située le long de la bordure de l'incendie. Ce traitement doit être suffisant pour arrêter l'expansion du feu pendant un certain temps. Il assure généralement une résistance maximale à l'évaporation à cause de l'étroitesse de la surface exposée et de la concentration de l'eau dans la tourbe.

Quand la couche de combustibles de profondeur est relativement mince, une partie appréciable des matériaux de surface enflammés, situés un peu à l'intérieur de la bordure du feu, sont susceptibles d'être aspergés par le jet d'eau qui rebondit sur le sol. La terre minérale qui peut alors être entraînée augmente l'efficacité de la ligne d'arrêt.

Le choix de l'angle d'attaque par rapport à la bordure du feu et à la surface du sol ne doit pas être traité à la légère car il conditionne grandement l'efficacité de l'arrosage. Ce choix est principalement déterminé d'après l'épaisseur des combustibles de profondeur. Si la couche de matériaux est mince, l'attaque devrait alors s'effectuer presque parallèlement à la bordure du feu. A mesure que l'épaisseur des combustibles augmente, l'angle d'attaque devrait croître proportionnellement comme le montre la figure 73.

Les résultats de l'arrosage seront également meilleurs si l'on ajuste l'angle d'attaque par rapport au sol en fonction de l'épaisseur des combustibles de profondeur. Lorsque la couche de matériaux est mince, le jet d'eau doit frapper le sol à environ 20 pieds en avant de l'homme de lance; cette distance pourrait varier évidemment d'après la pression du jet et la grosseur de la lance utilisée. Si la couche de combustibles est plus épaisse, cette distance doit être réduite comme l'illustre la figure 74.

L'application des techniques d'attaque directe du feu avec des motopompes doit être réalisée en effectuant le minimum de travail, de façon efficace, dans le plus court temps possible. Pour respecter cet énoncé, il est très important de choisir judicieusement la lance à utiliser. La lance-bruine s'avère très utile car elle fournit aussi bien un jet droit qu'un jet diffus. Cependant, étant donné que le jet droit qu'elle produit exerce une force de frappe réduite et qu'elle a tendance à modifier la charge des pompes ou à débalancer la force de frappe lorsque d'autres lances sont utilisées avec un même groupement de motopompes, on considère généralement que la lance combinée est *plus fonctionnelle*.

FIGURE 73 CHOIX DE L'ANGLE D'ATTAQUE PAR RAPPORT À LA BORDURE DU FEU

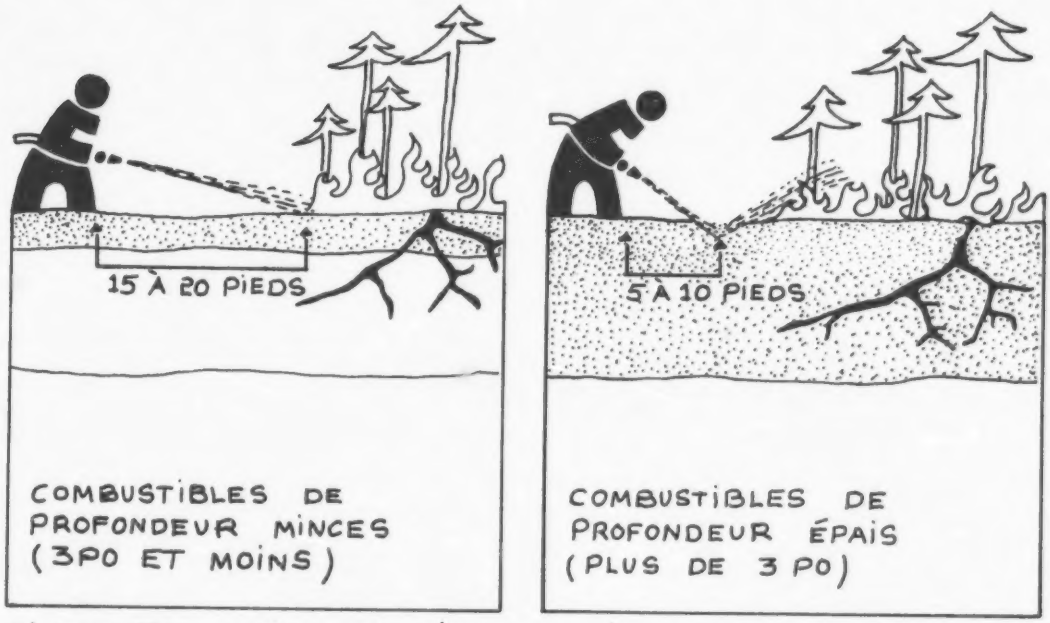


FIGURE 74 CHOIX DE L'ANGLE D'ATTAQUE PAR RAPPORT À LA SURFACE DU SOL

Avec ses gicleurs interchangeables, la lance combinée permet de contrôler le volume d'eau déversé en fonction des exigences du combat. Pour obtenir rapidement un jet diffus, sans modifier le débit des autres lances utilisées, il suffit d'appuyer le pouce sur le bout de l'*ajutage*.

Mentionnons enfin que le choix d'une lance influe considérablement sur les caractéristiques de la force de frappe obtenue. Par exemple, il est reconnu qu'une pression de 50 à 90 lb /po^2 fournie par une lance de 3/8 de pouce est idéale pour assurer une pénétration efficace de l'eau dans les combustibles de profondeur.

8.6.2 L'attaque indirecte

La motopompe est généralement considérée comme un outil d'application de la méthode d'attaque directe. Ce n'est pas le seul emploi qu'on lui connaît puisqu'elle peut être utilisée comme tout autre outil dans une attaque indirecte. Dans certains endroits, la motopompe permet même d'organiser une attaque indirecte alors qu'il serait impossible d'y arriver avec n'importe quel autre outil conventionnel (terrain rocheux, tourbe épaisse ou difficultés d'accès).

La construction d'une ligne d'arrêt à l'aide de motopompes en attaque indirecte se différencie de celle exécutée avec des outils manuels ou de la machinerie lourde d'après le moment de l'allumage du feu de nettoiement. Dans le premier cas, l'allumage est effectué avant de réaliser la ligne d'arrêt, alors que dans le second cas, il n'est autorisé qu'une fois la ligne bien établie.

La façon de procéder est relativement simple. On allume un contre-feu à l'endroit approprié et on le laisse progresser sur une largeur suffisante pour permettre d'en contrôler le côté extérieur, tout en laissant brûler librement le côté intérieur. La vitesse de progression de l'attaque dépend largement du nombre de motopompes et du nombre d'équipes de lance utilisées en plus, évidemment, des facteurs qui conditionnent la progression d'un feu de forêt.

Avec cette méthode, le feu est combattu peu de temps après avoir été allumé; il s'agit alors d'un feu de surface car il n'a pas le temps de pénétrer dans les combustibles de profondeur. Un premier arrosage en surface suffit normalement pour contenir l'incendie le long de la ligne d'arrêt au stade de l'attaque initiale. Mais à mesure que le feu progresse, il a tendance à se développer en profondeur. Il brûle ainsi à reculons vers la ligne d'arrêt. Un arrosage en profondeur peut donc s'avérer nécessaire pour éviter que le feu ne traverse la ligne, à moins que les matériaux combustibles ne soient suffisamment humides pour écarter cette possibilité.

Comme on peut le constater, le succès d'une attaque indirecte avec des motopompes dépend beaucoup des conditions de progression du feu de nettoiement. Au moment de la localisation de la ligne d'arrêt, le préposé devrait donc rechercher les conditions les plus propices à la réalisation d'un brûlage rapide. En plus de respecter les règles de base qui régissent toute attaque indirecte, celui-ci devrait également se préoccuper d'identifier le meilleur endroit pour commencer le brûlage. On utilise normalement la technique d'allumage en parallèle ou une combinaison des techniques perpendiculaire et parallèle.

Le chef de l'équipe des motopompes coordonne le travail des préposés à l'allumage avec celui des équipes de lance, de manière à ce que le feu de nettoiement ait suffisamment de temps pour se propager et pour développer deux fronts de flammes à la fois. Le dispositif d'arrosage devrait comporter quelques équipes de lance placées l'une derrière l'autre ainsi que des motopompes installées en parallèle ou en série-parallèle. En cas d'urgence, il est toujours possible de passer à l'attaque avec une seule équipe de lance et une seule motopompe. Toutefois, il faudrait toujours constituer une force d'attaque suffisante pour permettre d'établir rapidement la ligne d'arrêt et pour garantir une surveillance continuelle.

8.7 PROTECTION DES MOTOPOMPES ET DU BOYAU CONTRE LE FEU

Malgré toutes les précautions qu'il peut prendre pour contenir l'incendie à l'intérieur d'une ligne d'arrêt, le personnel combattant devrait toujours prévoir l'éventualité d'une échappée de l'incendie.

Avant d'installer une motopompe, il est essenteil d'examiner l'emplacement et ses abords immédiats, afin qu'elle soit en mesure de continuer à fonctionner advenant une échappée de feu et le départ des équipes de lance. Cet examen exige évidemment certaines notions de base sur le comportement d'un incendie.

Dans certaines circonstances, il pourra s'avérer prudent d'abandonner une motopompe à son sort à cause de la menace de l'incendie. Avant de quitter les lieux, l'opérateur devra remplir le réservoir de carburant et ajuster le régime du moteur de façon à maintenir une pression adéquate dans le boyau de renvoi. Au besoin, la motopompe, le réservoir à essence et le boyau de renvoi seront protégés contre la chaleur, les étincelles ou les combustibles enflammés au moyen de feuilles ou d'écorce verte, à la condition expresse que ce ne soit pas de l'écorce de bouleau. Enfin, si on le juge nécessaire, on peut même percer le boyau de renvoi à l'aide d'un couteau afin de permettre l'arrosage de l'emplacement.

Dans certaines circonstances, l'enlèvement des combustibles de surface ou l'épandage de terre minérale peut fournir une protection adéquate. L'opérateur remplit habituellement ces tâches après avoir mis la motopompe en opération, car la surveillance du fonctionnement de l'appareil lui laisse suffisamment de temps libre.

Dans le cas ou un opérateur est laissé près d'une motopompe, celui-ci peut assurer sa propre protection et celle de l'appareil en adaptant une courte section de boyau à une siamoise fixée à l'orifice de sortie de l'eau. Une lance de faible ouverture devrait alors être utilisée afin de maintenir une pression adéquate dans la ligne du boyau. Même si la motopompe est laissée sans surveillance, ce dispositif demeure

valable, mais il faut alors rattacher la lance solidement et en diriger le jet vers un arbre afin d'en augmenter la dispersion.

Dans une installation de motopompes en série, le choix du deuxième emplacement s'avère tout aussi important que le premier. Il est souvent préférable de déplacer la motopompe de quelques centaines de pieds afin de prendre avantage d'un terrain bas ou d'une pointe de peuplement feuillu offrant une plus grande sécurité. Les mêmes précautions que celles décrites ci-dessus s'appliquent à la deuxième motopompe

Si le feu devient une menace très sérieuse pour la motopompe installée en série, on peut toujours enlever cet appareil et raccorder les deux extrémités de boyau. Il faut cependant ajuster le débit des lances en bouchant partiellement les orifices ou même en arrêtant complètement la circulation de l'eau au moyen d'un étrangleur à boyau. Ce dispositif, ainsi que le bout du boyau doivent nécessairement être enterrés dans la terre minérale pour être à l'abri du feu.

Le raccordement des deux extrémités du boyau s'avère parfois irréalisable et la motopompe en série doit alors être laissée sur place. Pour minimiser les dommages du feu subis par l'équipement, on peut parfois détacher le réservoir à carburant de même que le moteur.

Mentionnons que presque tout le boyau de renvoi utilisé (en lin ou en toile caoutchoutée) est perméable et ne peut être attaqué par le feu aussi longtemps qu'il est sous pression.

9

utilisation d'aéronefs

Au Québec, l'utilisation d'aéronefs pour la protection des forêts remonte à 1919, alors que deux avions de modèle Hs-2L furent employés pour réaliser certaines expériences de détection aérienne. Depuis cette date, de nombreux types d'aéronefs ont été développés ou utilisés pour accomplir diverses tâches relatives à la protection des forêts en général et plus particulièrement, pour combattre les feux. Aujourd'hui, l'avion, l'hydravion, l'hélicoptère et l'avion-citerne sont considérés comme des instruments nécessaires, voire même indispensables, pour lutter contre les feux de forêt. A cause des dimensions considérables de la forêt québécoise, aucun autre moyen que l'aéronef ne pourrait lui assurer une protection aussi efficace et aussi économique.

Au cours des opérations de lutte contre les incendies forestiers, les aéronefs peuvent assumer l'un ou l'autre des rôles suivants, soit le support de l'organisation de combat et l'attaque directe du feu dans le but d'aider à l'éteindre. Le présent chapitre traitera de chacun de ces rôles; il exposera avec plus de détails l'utilisation d'aéronefs pour fins d'arrosage aérien. En dernière analyse, il décrira les

aménagements particuliers que requiert l'emploi d'aéronefs pour la protection des forêts.

9.1 SUPPORT DES OPERATIONS DE COMBAT AU MOYEN D'AERONEFS

De toutes les activités aériennes exécutées en vue de protéger les forêts contre le feu et les insectes nuisibles, l'arrosage au moyen d'avions-citernes est sans contredit la plus spectaculaire et celle qui requiert le plus de connaissances spécialisées. Toutefois, en terme d'importance stratégique dans la lutte contre les feux de forêt, les activités de support aérien l'emportent parce que sans elles, un incendie d'envergure, situé en région éloignée, ne saurait même être combattu.

Le support des opérations de combat fait appel à une grande variété d'aéronefs de types et de puissances différents. La description des appareils utilisés au Québec à ces fins permettra de vérifier l'exactitude de cet énoncé. Quant aux activités de support aérien, elles sont habituellement regroupées en cinq catégories, à savoir: la localisation d'un incendie et la cueillette des données de base, le transport des effectifs de combat, le transport du matériel et des provisions, la coordination des opérations de lutte et enfin, la patrouille de l'incendie. Chacune de ces activités fera l'objet d'un examen particulier.

9.1.1 Description des aéronefs employés dans les activités de support aérien

Le chef de lutte qui désire réquisitionner les services d'un aéronef pour accomplir les tâches de support énumérées précédemment doit être capable de choisir l'appareil qui convient le mieux à ses besoins. Tous les types d'aéronefs recommandés pour ce genre de travail ne sont pas nécessairement toujours disponibles au moment et à l'endroit que l'on pourrait souhaiter. A moins que des arrangements spéciaux n'aient été pris à l'avance, il faut souvent se contenter des aéronefs que l'on peut trouver. Mais encore faut-il être en mesure d'évaluer les services qu'ils peuvent fournir effectivement. C'est pourquoi il est opportun de décrire, à titre indicatif seulement, les caractéristiques des principaux aéronefs utilisables pour des activités de support.

Au Québec, on dispose de trois grands types d'aéronefs pour assumer ce rôle de soutien, soit les avions sur roues, les hydravions et les amphibies, ainsi que les hélicoptères.

1) Les avions sur roues

L'usage d'avions sur roues dans les activités de support aérien est strictement limité à la fonction de pointage, c'est-à-dire au guidage des aéronefs engagés dans la lutte directe contre le feu et à la surveillance du progrès de l'incendie.

L'avion de pointage est habituellement basé au même aéroport que les avions-citernes, ou à un aéroport voisin. Pour des raisons de rapidité et surtout de sécurité, les appareils munis de deux moteurs sont préférables. Comme nous le verrons plus loin, l'avion de pointage devrait normalement précéder les avions-citernes sur un feu; pour cette raison, l'avion utilisé devrait avoir une vitesse de croisière minimale de 180 milles à l'heure.

Une bonne visibilité, d'excellentes facilités de communication et une autonomie de vol élevée constituent les autres principales caractéristiques exigées d'un avion de pointage. De façon générale, le Beech Baron C55, le Piper Aztec, le Cessna 337 et à un degré moindre, le Piper Apache, donnent satisfaction pour ce genre d'activité.

2) Les hydravions et les avions amphibies

Les hydravions sur flotteurs et les appareils amphibies sont les aéronefs les plus utilisés et les plus facilement disponibles pour des opérations de support telles que l'observation et le transport. Le rendement de ces appareils varie surtout en fonction des conditions météorologiques et des qualifications du pilote.

Le tableau 8 présente les principales spécifications des avions et hydravions utilisés au Québec dans des opérations de support aérien. Les renseignements donnés quant au nombre de passagers, à la

Tableau 8

PRINCIPALES SPECIFICATIONS DES AVIONS ET HYDRAVIONS

UTILISES AU QUEBEC DANS DES OPERATIONS DE SUPPORT AERIEN

MODELE * Hydravions x Avions	NOMBRE DE PASSAGERS	CHARGE UTILE MAXIMUM (livres)	AUTONOMIE DE VOL MAXIMALE		TYPE DE CARBURANT	VITESSE DE CROISIERE NORMALE (m.p.h.)	UTILISATION PRINCIPALE
			Heures	Milles			
* CESSNA 150	1	200	4	340	80/87	85	Observation
CESSNA 172	2	600	4	400	80/87	100	Observation
CESSNA 180	3	825	4	540	80/87	120	Transport
CESSNA 185	4	850	6	800	100/130	135	Transport
CESSNA 206	5	850	6	750	100/130	135	Transport
PIPER Super Cub	1	400	4	360	80/87	90	Observation
BEAVER	6	1,000	4	440	80/87	110	Transport
OTTER	9	2,100	6	600	80/87	120	Transport
NORSEMANN	9	1,700	4	420	80/87	120	Transport
x BEECH Baron C55	4-6	2,266	5	1,100	100/130	220	Pointage
PIPER Aztec	4	800	4	640	100/130	160	Pointage
CESSNA 337	5	1,935	6	775	100/130	170	Pointage

Note: Ces renseignements ne sont fournis qu'à titre indicatif. Les performances mentionnées sont celles qu'utilisent habituellement les pilotes de brousse et non celles des fabriquants.

charge utile, à l'autonomie de vol, au type de carburant, à la vitesse de croisière et à l'utilisation principale ne peuvent servir qu'à titre de guide pour faciliter le choix d'un appareil et pour planifier ses opérations. Il faut toujours vérifier auprès du pilote les critères de performance qui s'appliquent dans des circonstances particulières, car le rendement d'un appareil peut varier considérablement d'une situation à une autre. De plus, ces données ne correspondent pas avec les chiffres fournis par les fabricants d'avions; elles représentent plutôt les valeurs employées couramment par les pilotes de brousse expérimentés.

3) Les hélicoptères

Les hélicoptères sont des alliés très précieux pour les combattants en raison de leur grande versatilité. Toutefois, ils sont soumis à un plus grand nombre de contraintes de vol que tout autre aéronef à cause de leur principe de fonctionnement.

La sustentation et la propulsion de l'hélicoptère sont assurées par une grande hélice horizontale placée au-dessus de l'appareil. Le petit rotor arrière ne sert pour sa part qu'à stabiliser l'aéronef. L'envol de l'hélicoptère repose par conséquent sur la seule force appliquée au rotor principal par le moteur et sur la densité de l'air. Après avoir choisi un appareil de puissance donnée, ses performances ne varieront ensuite que d'après l'altitude d'opération et la température. En général, plus ces variables sont élevées, moins grande est la capacité de levage et plus faible est la charge utile.

Le tableau 9 décrit les principales spécifications pratiques reconnues pour les hélicoptères utilisés au Québec dans la lutte contre les feux de forêt. Encore une fois, ces renseignements ne sont fournis qu'à titre indicatif et le pilote doit demeurer le seul juge des critères de vol à retenir dans une situation spécifique.

Mentionnons que les hélicoptères munis d'un moteur à explosion dépensent moins de carburant et coûtent moins cher d'opération que les appareils turbopropulsés. Ces derniers ont cependant l'avantage de

Tableau 9

PRINCIPALES SPECIFICATIONS DES HELICOPTERES

UTILISES AU QUEBEC DANS LA LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET

MODELE	NOMBRE DE PASSAGERS	CHARGE UTILE (livres)	AUTONOMIE DE VOL (milles)	TYPE DE CARBURANT	VITESSE DE CROISIERE (m.p.h.)	CROCHET POUR FILET
BELL 47 G - 2A	2	300 à 800	165 à 250	80/87	70	non
BELL 47 G - 3B	2	max.: 1,100	max.: 315	100/130	90	oui
BELL 47 G - 4A	2	500 à 1,125	205 à 324	80/87	80	oui
BELL 47 J - 2A	3	590 à 1,100	190 à 260	100/130	80	disponible
BELL Jet Ranger	4	973 à 1,605	360 à 425	JP-4	120	oui
SIKORSKY S-55	11	760 à 2,250	min.: 350	80/87	90	oui
HILLER FH-1, 100	4	765 à 1,355	max.: 400	JP-4	115	oui
HILLER 12E	2	500 à 800	100	100/300	70	oui
ALLOUETTE-2 Artouste	4	200 à 1,340	230 à 350	JP-4	90	oui
ALLOUETTE-2 Astazou	4	200 à 1,520	360 à 450	JP-4	90	oui
HUGHES 300	2	max.: 720	175	100/300	80	oui
HUGHES 500	4	884 à 1,420	350	JP-4	130	oui

Note: Ces renseignements ne sont fournis qu'à titre indicatif. Les performances mentionnées sont celles qu'utilisent habituellement les pilotes de brousse et non celles des fabriquants.

fournir des performances supérieures parce qu'ils sont moins affectés par les conditions météorologiques et qu'ils transportent une plus grande charge, même avec une puissance équivalente.

De plus, un hélicoptère équipé d'un turbopropulseur conserve plus facilement une vitesse régulière parce qu'il développe plus facilement une puissance constante. Sa réserve de puissance est fort appréciée lorsque l'appareil doit décoller en vol vertical ou demeurer stationnaire avec une charge.

Avant de réquisitionner un hélicoptère, il est nécessaire de s'assurer que le carburant approprié sera disponible en quantité suffisante dans la région où il devra travailler. Il est de plus indispensable de doter l'appareil d'un radio transmetteur pour la durée de son utilisation. Enfin, mentionnons qu'il est plus pratique et plus sécuritaire d'utiliser un appareil sur flotteurs en forêt, parce qu'en plus de pouvoir se poser sur l'eau, il réussira également à le faire sur un terrain très mou.

9.1.2 Localisation d'un incendie et cueillette des données de base

Dans le chapitre 3, nous avons déjà mentionné que l'avion se prête bien à la localisation des incendies car il permet à un observateur placé dans l'appareil d'avoir une vue d'ensemble du territoire où un feu se développe. Le principal avantage des aéronefs est de rendre possible les observations à des altitudes et à des angles différents; pour sa part, l'hélicoptère permet même des vols stationnaires ou à faible vitesse, en plus d'offrir une visibilité unique en son genre.

Sans reprendre les renseignements fournis précédemment, nous examinerons ci-après les principaux éléments à considérer lorsqu'on utilise un aéronef pour recueillir les données de base nécessaires à l'analyse d'un incendie. Le choix d'un appareil constitue la première préoccupation; celui-ci doit être adapté au travail d'observation et aux conditions d'opération, telles que l'éloignement du feu, la nature de la topographie et les conditions météorologiques. Les hydravions de type

CESSNA 150, Super Cub, CESSNA 180 et Beaver, ainsi que certains petits hélicoptères conviennent bien pour ce genre de travail.

L'expérience et l'habileté du pilote et de l'observateur constituent également des éléments importants. Il faudrait que le pilote fasse voler son appareil dans la direction qui offre la meilleure visibilité possible à l'observateur. Les approches devraient être faites de façon à ce que l'objectif soit situé du côté du passager et qu'il soit bien éclairé par le soleil. Le pilote peut également aider l'observateur en vérifiant certaines observations et en calculant les données essentielles au moyen des instruments de l'appareil, de cartes et de la radio. Le vol devrait être aussi stable que possible afin de ne pas imposer à l'observateur une tension physique inutile. Un véritable travail d'équipe devrait permettre au pilote d'anticiper les besoins de l'observateur et de manoeuvrer l'appareil de façon à ce que celui-ci n'ait pas à changer constamment de position.

La vitesse idéale pour la localisation d'un incendie et la cueillette des données de base par un avion se situe entre 80 et 100 milles à l'heure. Les observations à haute altitude se font à une hauteur de 1,500 à 2,000 pieds au-dessus du niveau du sol; ce sont ces altitudes qui offrent les meilleures conditions pour la localisation du feu, l'évaluation de sa superficie, la détection à l'infrarouge, l'élaboration d'un croquis et la prise de photographies. Le vol à basse altitude, soit de 300 à 500 pieds au-dessus du niveau du sol, facilite pour sa part l'étude de la topographie et des combustibles.

9.1.3 Transport des effectifs de combat

L'utilisation d'aéronefs pour transporter rapidement des combattants est devenue une nécessité depuis que l'on tente de diminuer les délais entre la découverte d'un incendie et la première intervention. Cet objectif ne peut toutefois être poursuivi sans considération économique car le transport aérien demeure souvent une solution dispendieuse, malgré le temps qu'il permet d'économiser. C'est pourquoi il faut nécessairement se demander si l'accès à un feu ne serait pas plus facile, ou

du moins aussi facile, par voie terrestre que par voie aérienne. On devrait alors considérer que, dans les deux cas, des délais sont susceptibles de perturber les prévisions établies. Il existe, par contre, un avantage certain en faveur de l'aéronef, difficile à évaluer mais souvent recherché, soit celui de réduire considérablement la fatigue des combattants et d'augmenter ainsi leur rendement individuel.

L'efficacité du transport aérien dépend grandement de la disponibilité de points d'atterrissage situés à une faible distance de l'incendie. Avec l'hydravion, le point d'atterrissage le plus rapproché est généralement le lac localisé le plus près du feu. Au Québec, à l'exception de la rive sud, on estime que le lac le plus éloigné d'un foyer d'incendie (lac d'au moins 1½ mille de long) est encore distant de 3 milles environ de ce feu; on peut donc s'attendre à perdre un maximum de deux heures à marcher à travers la forêt. Avec l'hélicoptère par ailleurs, le point d'atterrissage le plus rapproché est constitué d'une simple clairière que l'on peut facilement retrouver à moins de 1,000 pieds d'un incendie.

De façon générale, l'hydravion constitue le moyen de transport le moins dispendieux quand il s'agit de combattre un feu éloigné et quand la distance de marche en forêt demeure faible. Toutefois, sur de courts trajets, la supériorité de l'hélicoptère est indéniable à cause de la grande manoeuvrabilité de cet aéronef. Dans ces circonstances cependant, les effectifs doivent être transportés par hydravion ou par véhicule terrestre à un point de chargement situé le plus près possible du feu.

Dès que l'organisation des autres voyages est assurée, le chef de lutte, accompagné d'un ou de plusieurs autres combattants, selon la capacité de l'aéronef, devrait être le premier à partir. Il faut toujours s'assurer qu'un minimum de nourriture, de matériel de campement et d'équipement de combat est transporté dès le premier voyage, car l'appareil pourrait ne pas être capable de retourner à son point de départ la même journée pour diverses raisons, conditions météorologiques désavantageuses, panne ou autres.

Mentionnons ici que la disponibilité d'un aéronef n'est pas toujours garantie; si après avoir réquisitionné un appareil, il s'avère impossible de s'assurer de l'heure de son arrivée, il ne faut pas hésiter à partir immédiatement en ayant recours aux moyens de transport conventionnels. Quand plusieurs destinations sont prévues, il est très utile de déterminer des priorités et de planifier avec soin les itinéraires de voyage en vue de minimiser les pertes de temps.

Lorsqu'un hélicoptère dépose des passagers et qu'il doit faire des voyages supplémentaires, le pilote arrêtera rarement le moteur de son appareil afin d'être capable de repartir le plus rapidement possible. Ceci entraîne cependant des risques sérieux pour les personnes qui évoluent aux alentours de l'aéronef et impose l'adoption de règles de sécurité très strictes par les combattants.

Avec l'hélicoptère, il arrive parfois, lors du premier débarquement, que les passagers doivent sauter d'une hauteur de quelques pieds à cause de la présence d'obstacles; une fois que la végétation nuisant à l'atterrissage aura été enlevée, l'appareil pourra alors se poser sur le sol. Pour sauter d'un hélicoptère en toute sécurité, un combattant doit d'abord s'asseoir sur un flotteur de manière à être vu par le pilote. Avant de sauter, il donnera un signal pour que ce dernier soit prévenu du débalancement éventuel de l'appareil. Enfin, lorsqu'un hélicoptère se pose sur l'eau et que le pilote est obligé de laisser le moteur en marche pour éviter de se faire entraîner vers la rive par le vent, les passagers doivent alors descendre à une vingtaine de pieds du rivage.

Le transport de passagers est parfois réalisé pour des motifs très urgents. La priorité devrait alors être accordée aux opérations destinées à secourir des combattants en péril, à transporter un médecin, à évacuer un blessé ou à rechercher des voies de retraite. Il convient de souligner que l'utilisation d'un treuil de sauvetage, durant des opérations de secours ou en d'autres circonstances, pour monter ou pour descendre des passagers d'un hélicoptère, ne s'avère pas toujours avantageuse en raison des pertes de temps occasionnées et de l'expérience que requiert l'emploi de cette technique; il est plutôt préférable de rechercher des héliports naturels.

9.1.4 Transport du matériel et des provisions

Il existe plusieurs catégories et dimensions d'aéronefs capables de transporter du matériel d'un point à un autre. Le choix d'un appareil particulier dépend de la distance à parcourir, des caractéristiques de la marchandise à transporter et des facilités d'atterrissage. L'avion et l'hélicoptère sont habituellement les véhicules de transport les plus rapides pour acheminer du matériel et des provisions sur les lieux d'incendies éloignés ou difficilement accessibles. Cependant, leur utilisation doit parfois être restreinte quand il en coûte moins cher d'employer des moyens de transport terrestres ou une combinaison de véhicules terrestres et aériens.

L'*hydravion* est l'aéronef le plus utilisé pour transporter du matériel et des provisions. Son rendement n'est toutefois acceptable que si les périodes d'attente au moment du chargement et du déchargement sont courtes et si le matériel peut être laissé tout près du campement ou de l'incendie. En effet, la vitesse de croisière ne compte à peu près pas dans ce genre d'opération; c'est pourquoi il est essentiel de préparer convenablement le matériel à transporter et d'aménager d'une façon fonctionnelle les endroits où seront manipulées les marchandises.

Mentionnons qu'il existe des techniques très pratiques permettant de rendre assez rapidement, sur les lieux d'un incendie, le matériel acheminé par avion, il s'agit du parachutage et du largage en chute libre. Dans le premier cas, l'opération requiert une bonne connaissance des techniques d'emballage et de parachutage. Dans le deuxième cas, l'opération se réalise par à peu près n'importe qui. Sans trop de préparations, on peut ainsi laisser tomber en chute libre, à une altitude aussi basse que possible (moins de 100 pieds), des pelles, des haches, du boyau (jusqu'à 500 pieds à la fois) et des tentes. Il suffit de bien attacher les pièces à larguer, de choisir judicieusement l'aire de largage, d'évaluer les conditions et les dangers de chute et surtout, d'assurer la récupération de l'équipement par les combattants. Les avions de type Beaver et Otter se prêtent particulièrement bien à ce genre d'opération.

Le transport de marchandises par hélicoptère constitue pour sa part le moyen le plus efficace pour réduire les délais au moment de l'attaque initiale, mais à la condition que le feu soit situé à une distance de moins de 50 milles d'un point d'approvisionnement. Tout comme pour le transport des effectifs de combat, l'équipement et le carburant nécessaires doivent être acheminés à l'avance par voie terrestre au point de chargement situé le plus près possible du feu. Le temps de vol ainsi économisé permet de réduire les coûts d'opération et surtout, de libérer l'hélicoptère plus rapidement pour d'autres activités. Avant l'arrivée de l'appareil au point de chargement, le matériel et les provisions devraient être classifiés en cargaisons de pesanteur appropriée à la capacité de l'hélicoptère utilisé, compte tenu évidemment de la variation possible de ses performances en raison des conditions météorologiques.

Quand on prévoit que l'hélicoptère devra faire plusieurs voyages, il est sage de désigner une personne pour surveiller la préparation du matériel et l'exécution des opérations de chargement. Il n'y a pas lieu alors d'empaqueter d'une façon spéciale les objets à transporter, mais les outils tranchants devraient tout au moins être recouverts d'étuis afin d'éviter les blessures.

Les articles lourds sont placés le plus près possible du centre de gravité de l'appareil, soit à proximité de l'axe du rotor principal. La charge doit être partagée également des deux côtés et tous les articles doivent être attachés solidement afin qu'ils ne se déplacent pas en cours de vol. Si une partie de la cargaison est placée à l'extérieur de la cabine sur un support approprié, il est important de l'attacher correctement et de la disposer de façon à ne pas obstruer les portes; les motopompes, les réservoirs à essence et tout autre matériel inflammable doivent nécessairement être transportés à l'extérieur. Après le déchargement, il ne faut pas oublier de replacer les cordages utilisés dans la cabine.

Lorsqu'une grande quantité de matériel doit être transportée, il est avantageux d'employer un filet. Ce filet, connu sous le nom d'élingue et que l'on attache à un crochet placé sous l'hélicoptère, permet

de transporter des marchandises en vrac et d'éviter ainsi des manipulations inutiles. Pour assurer la rapidité et la continuité des opérations de transport, un minimum de trois filets est nécessaire. De cette façon, il y a toujours un filet au point de chargement, un en transit et un autre au point de déchargement. Seule une personne expérimentée, de préférence le mécanicien de l'hélicoptère, devrait normalement être autorisée à procéder à l'accrochage de la cargaison pendant que l'appareil est en vol stationnaire et ce, pour des raisons de sécurité évidente.

Au déchargement, tout le matériel est laissé près de l'hélicoptère et rien ne doit être lancé; les articles légers sont assujettis au sol par des objets plus lourds. Les passagers ou autres personnes doivent quitter la plate-forme d'atterrissage avant que l'aéronef ne s'envole.

L'hélicoptère constitue un moyen de transport dangereux, car il est généralement chargé et déchargé alors que les rotors sont encore en mouvement. Les règles de prudence exigent par conséquent une vigilence continuelle quand il s'agit d'évoluer alentour de ces appareils.

L'utilisation d'avions-citernes amphibies de type Canso ou Cl-215, comme véhicule de transport du personnel et de l'équipement dans des régions éloignées, peut fournir à l'occasion une solution valable aux problèmes d'approvisionnement à cause de leur grande capacité de charge. Toutefois, ces appareils peuvent difficilement être déchargés quand il n'existe pas d'aménagement spécial. Selon les circonstances, on peut tenter soit d'appuyer le nez ou la queue de l'appareil sur le rivage, soit de placer une aile sur le bord de la rive et de faire circuler les passagers jusqu'à son extrémité, d'où ils pourront ensuite sauter, ou soit encore de jeter l'ancre et de faire la navette avec l'embarcation placée dans l'appareil. Pour les opérations de déchargement, les roues peuvent être abaissées afin de stabiliser l'avion, mais ceci doit être fait alors que l'appareil est au large.

Mentionnons enfin que les propres réservoirs des avions-citernes se prêtent bien au transport du carburant car il suffit, une fois

rendu à destination, de pomper une partie du contenu des réservoirs. Des expériences ont démontré que le déchargement de barils de carburant peut être grandement accéléré en les jetant tout simplement dans l'eau une fois que l'appareil a amerri; il suffit ensuite d'aller récupérer ces réservoirs qui ont un bon pouvoir de flottaison.

9.1.5 Coordination des opérations de lutte

En permettant de survoler un incendie de forêt, l'aéronef fournit à l'observateur qu'il transporte l'occasion de prendre connaissance, mieux que toutes autres personnes, du développement d'un feu et des facteurs environnants qui favorisent sa progression. Les informations précieuses que peut recueillir un observateur aérien aident le chef de lutte à planifier plus facilement les diverses interventions que les combattants doivent effectuer, augmentant d'autant leur efficacité.

Il y a également avantage à utiliser la position stratégique de l'observateur aérien pour coordonner le déroulement des opérations de combat, que ce soit en tout ou en partie. A ces fins, deux types de quartier général volant peuvent être établis. Toutes les activités d'arrosage aérien relèvent alors d'un premier type de centre de direction qui, en dirigeant l'action des avions-citernes, remplit essentiellement une fonction de pointage. Ce rôle, à cause de son importance particulière, sera discuté plus en détail lorsque seront abordées les techniques d'arrosage. Le deuxième type de poste de commandement aérien, quant à lui, sert à faciliter la coordination des opérations de lutte en général.

Quand un incendie ne possède pas des dimensions trop considérables, il n'y a pas d'inconvénient à ce que le chef de lutte monte lui-même à bord d'un aéronef pour coordonner du haut des airs les activités des équipes de combat terrestres et aériennes. Il doit cependant se tenir en communication constante avec ses subalternes immédiats. Si la présence du chef de lutte s'avère plus utile et plus efficace au sol, il pourra alors déléguer une autre personne pour assumer ce rôle de coordination; celle-ci aura cependant des responsabilités moins grandes et son rôle se limitera parfois à recueillir les données pertinentes et à servir de relais pour la retransmission de messages par radio.

Le pilote de l'aéronef de coordination devrait s'efforcer de garder son appareil en vol orbital au-dessus de l'incendie et ce, malgré la mauvaise visibilité et la turbulence qui se dégage du foyer. Il devrait principalement s'appliquer à fournir le meilleur angle d'observation possible à la personne qu'il transporte.

A cause de son coût de fonctionnement peu élevé, un petit hydravion est habituellement l'aéronef le plus approprié pour servir de poste aérien de coordination. Toutefois, l'hélicoptère léger semble être plus apprécié parce qu'il est plus manoeuvrable et qu'il permet même de déposer la personne qu'il transporte aux endroits où sa présence pourrait être requise. En équipant l'hélicoptère d'un haut-parleur extérieur, des directives pourront même être retransmises directement à des combattants dépourvus de moyen de communication; cet équipement permettra également d'avertir, s'il y a lieu, certaines personnes d'un danger éminent ou de leur prodiguer des conseils appropriés.

9.1.6 Patrouille de l'incendie

Les activités de patrouille exécutées au cours de la troisième phase de la lutte, soit l'extinction, peuvent nécessiter des ressources de combat très imposantes. L'usage d'aéronefs pour assurer la surveillance du feu jusqu'à son extinction complète peut s'avérer très économique. Cette disposition permet, en effet, de diminuer d'une façon appréciable le nombre de combattants requis pour effecteur la patrouille.

Les caractéristiques de l'hélicoptère en font un excellent poste d'observation pour la découverte des foyers actifs, en même temps qu'un moyen de transport adéquat pour les combattants et leur équipement. La surveillance aérienne pourrait également être dirigée à partir d'un petit avion, mais cette méthode n'est pas toujours efficace car le personnel doit alors se déplacer à pied et la description verbale de la localisation des foyers risque toujours d'entraîner une certaine confusion.

En général, l'hélicoptère survole l'incendie maîtrisé en transportant deux combattants munis d'outils manuels. Dès qu'une source

de fumée est repérée, ces hommes sont déposés à un endroit approprié, le plus près possible du foyer. Pendant qu'on procède à l'extinction de ce feu, l'appareil devenu disponible peut aller chercher, s'il y a lieu, deux autres combattants pour continuer sa ronde momentanément interrompue en les transportant à proximité d'un nouveau foyer.

Il arrive parfois que l'hélicoptère ne puisse se poser sur une surface couverte de mousse brûlée en raison de la poussière que soulèvent les courants d'air engendrés par les rotors et que le pilote doive trouver un autre point d'atterrissage. Les combattants ont alors une certaine distance à parcourir, plus ou moins considérable selon les circonstances. Si la forêt est tellement dense qu'un hélicoptère conventionnel est obligé d'atterrir très loin des foyers à éteindre, la patrouille aérienne devient évidemment impraticable, à moins de construire un héliport improvisé. Mentionnons, par ailleurs, que l'emploi du treuil de descente et de remontée dont l'hélicoptère est habituellement muni, n'est pas recommandé pour les opérations de patrouille; il entraîne trop de pertes de temps, alors que la rapidité est à ce moment un facteur décisif.

9.2 LUTTE AERIENNE CONTRE LES FEUX DE FORET

Même si une forte proportion du temps de vol accompli par les différents types d'aéronefs engagés pour combattre un feu de forêt est consacrée aux activités de support, les opérations de lutte aérienne directe occupent néanmoins une place prépondérante parmi les moyens servant à lutter contre les incendies forestiers. Les conditions d'opération des aéronefs employés dans ce genre d'activités diffèrent totalement de celles que l'on rencontre habituellement. En plus de demander d'opérer tout près des seuils de vol minima autorisés, le fonctionnement des appareils affectés à la lutte directe requiert l'utilisation de techniques très particulières que les personnes susceptibles de diriger des opérations de lutte aérienne devraient connaître.

Après avoir décrit les principaux types d'aéronefs utilisés au Québec pour le combat des feux de forêt, la présente section exposera

successivement les objectifs de la lutte aérienne, les facteurs qui limitent l'usage ou le choix d'un avion-citerne, les techniques d'arrosage aérien, l'organisation des opérations de lutte aérienne, l'harmonisation de ces activités avec celles réalisées au sol et enfin, les règles de sécurité concernant l'emploi d'aéronefs.

9.2.1 Description des aéronefs utilisés au Québec pour combattre les feux de forêt

Le rôle confié aux aéronefs dans la lutte contre les incendies forestiers consiste essentiellement à déverser un liquide, généralement de l'eau, sur les cibles retenues dans le plan d'attaque. Cette tâche ne peut pas être réalisée par n'importe lequel aéronef car, pour être efficace, elle exige un volume d'eau appréciable et l'emploi de techniques d'arrosage perfectionnées. En pratique, on se limite à utiliser les appareils capables de transporter une forte charge à un coût minimum et de la déverser de façon à ce qu'elle soit la plus utile possible. La charge dont il est ici question ne doit pas être transportée nécessairement au cours de la même opération d'arrosage, parce que l'on prend aussi en considération son taux de livraison dans le temps (par exemple, le volume d'eau déversée au cours d'une envolée, durant une heure ou durant la journée).

La grande disponibilité de lacs et la nature des techniques d'intervention aérienne utilisées au Québec favorisent le recours à des avions amphibies ou à des appareils de type hydroplane. De façon plus spécifique,on distingue deux catégories d'aéronefs capables de fournir un rendement satisfaisant, soit l'avion-citerne et l'hélicoptère.

1) L'avion-citerne

L'avion-citerne est l'aéronef le plus utilisé au Québec pour la lutte aérienne directe contre les feux de forêt. Six types d'appareils, dont les principales spécifications apparaissent au tableau 10, sont susceptibles d'être employés, soit le CL-215 de Canadair, le PBY-Catalina Canso, le Grumman (TBM) Avenger, le DHC-3 Otter, le DHC-2 Turbo Beaver, le DHC-6 Twin Otter et le DH Beaver. Les deux premiers types

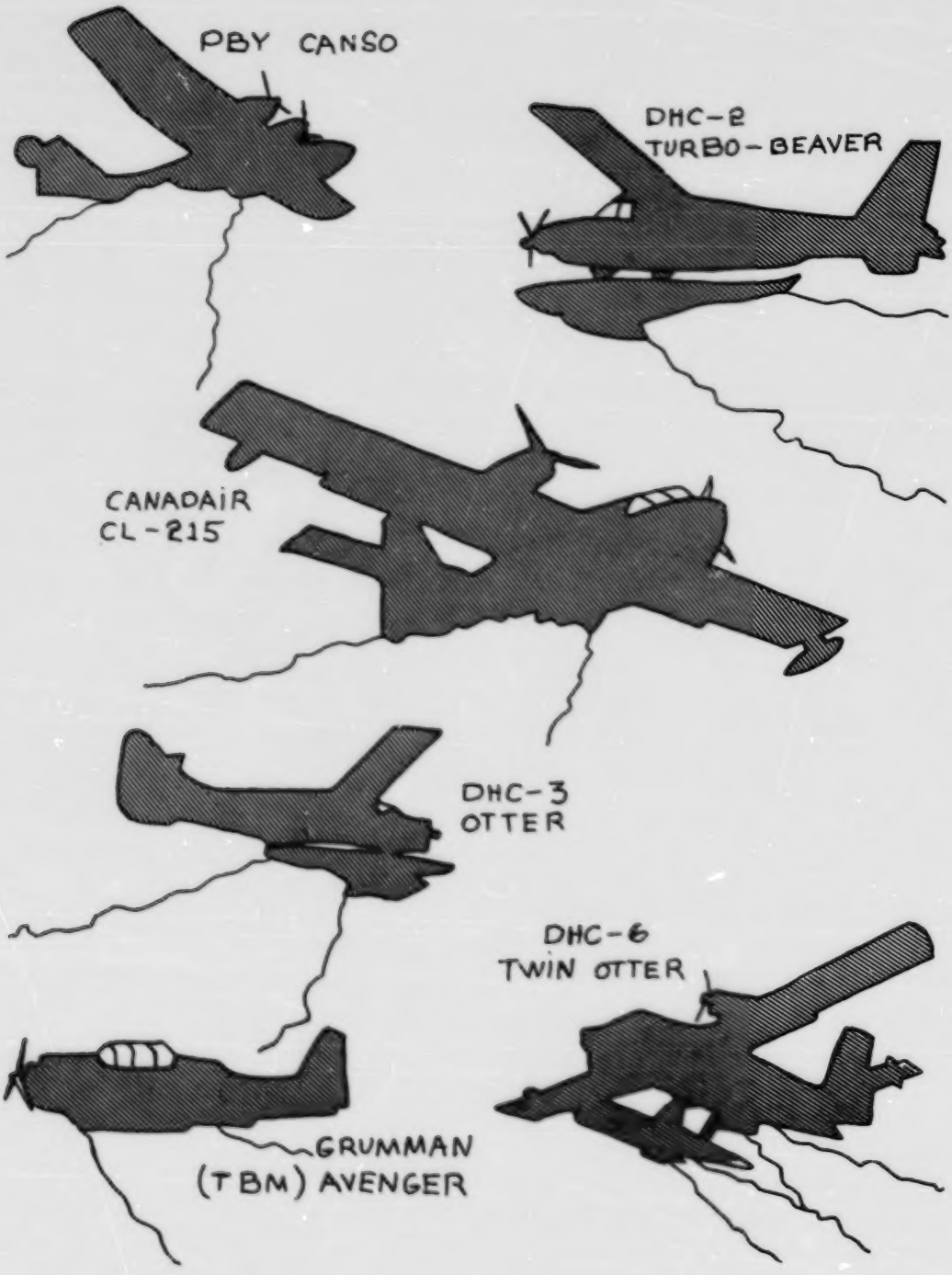


FIGURE 75 LES AVIONS-CITERNES UTILISÉS AU QUÉBEC

Tableau 10

PRINCIPALES SPECIFICATIONS DES AVIONS-CITERNES UTILISES AU QUEBEC POUR LE COMBAT DES FEUX DE FORET

TYPE D'APPAREIL / CARACTERISTIQUES	CL-215 Canadair	PBY Canso	Grumman (TBM) Avenger	DHC-3 Otter	DHC-2 Turbo Beaver	DHC-6 Twin Otter
Type	Amphibie	Amphibie	Roues	Flotteurs	Flotteurs	Flotteurs
Capacité des réservoirs à eau (gl)	1,200	800	500	230	140	400
Localisation des réservoirs	Intérieur	Intérieur	Intérieur	Flotteurs	Flotteurs	Flotteurs
Vitesse de croisière (mph)	188	130	200	120	130	140
Nombre de moteurs	2	2	1	1	1	2
Vitesse de largage (mph)	115	105	110	100	100	100
Longueur du plan de décollage ou d'écopage	1 mi	1 mi	Piste dure de 3,000 pi	1 mi	¾ mi	¾ mi
Charge utile (lb)	12,000	8,000	5,000	2,500	2,610	4,000
Nombre de passagers	8-19	20	1	12	7-9	8-20
Autonomie de vol (hres)	6½	5	3	6	4	4¼
(milles)	1,000	650	600	720	520	200
Type de carburant	100/130	100/130	100/130	80/87	GP-4	GP-4
Superficie arrosée (Long. x larg. en pi)	200 X 100	200 x 100	150 x 50	120 x 30	80 x 25	110 x 30
Nombre de trappes de largage	2	2	4	2	2	4

Note: Le DH-Beaver est parfois utilisé pour l'arrosage aérien; on adapte alors deux réservoirs d'une capacité de 45 gallons chacun sur le dessus des flotteurs de l'appareil.

sont de loin les plus répandus et les plus facilement disponibles.

Chaque type d'appareil possède des avantages et des inconvénients qui doivent être évalués lorsqu'il s'agit de choisir un avion-citerne pour travailler dans des conditions données. Par exemple, l'Avenger est l'avion le plus rapide, mais il doit nécessairement opérer à partir d'un aéroport. Le Twin Otter fournit, pour sa part, un arrosage très efficace, utilise des plans d'eau courts et possède un coût d'opération raisonnable, mais il est limité par les conditions météorologiques. Quant au CL-215, il est très disponible, transporte un fort volume d'eau et peut se poser sur un aéroport, mais son coût d'opération est élevé. Ces comparaisons sont nécessairement incomplètes. C'est pourquoi une bonne analyse devrait comprendre l'étude des facteurs limitant l'usage des divers appareils disponibles.

2) Les hélicoptères

La facilité avec laquelle l'hélicoptère peut être manoeuvré en fait un instrument utile pour l'arrosage aérien. En adaptant un réservoir à cet aéronef (placé à l'intérieur de la cabine ou suspendu endessous), on peut larguer de l'eau ou des retardateurs sur des cibles ponctuelles situées dans des endroits difficilement accessibles ou encore, transporter de l'eau dans le but de remplir des réservoirs installés sur des sommets de montagne ou ailleurs.

L'arrosage au moyen d'hélicoptères permet de déverser de 20 à 115 gallons d'eau à chaque voyage, dépendant de la puissance de l'appareil et des conditions de vol. Cette opération n'offre toutefois un rendement acceptable que si les combustibles sont légers (incluant les chicots sur pied), si les combattants terrestres peuvent continuer l'action et si l'intervalle de largage est inférieur à 10 ou 15 minutes.

Jusqu'à maintenant, l'utilisation d'hélicoptères pour le largage d'eau sur les feux a été très limitée au Québec. Ceci s'explique par le fait que les appareils disponibles pour le combat des feux sont peu puissants, que le coût par gallon d'eau déversé est plus élevé que

par rapport à celui des avions-citernes et enfin, que les hélicoptères réquisitionnés sont jugés plus utiles à d'autres fins.

Dans certaines circonstances toutefois, il ne faudrait pas bouder les possibilités offertes par l'arrosage au moyen d'hélicoptères. Quand un appareil n'est pas utilisé et qu'un réservoir approprié est disponible, il pourrait être avantageux d'entreprendre avec ce moyen la lutte de petits feux ou de soutenir les efforts des équipes terrestres. L'abondance de sources d'eau et l'utilisation de retardateurs tendent à accroître l'efficacité de cette technique d'arrosage. En se basant sur la distance à parcourir par un aéronef, entre le feu et une source d'approvisionnement en eau, on estime qu'un hélicoptère n'a besoin de transporter que seulement 40% du volume d'eau contenu dans un avion-citerne pour déverser la même quantité de liquide à l'heure.

9.2.2 Objectifs de la lutte aérienne

L'expérience démontre qu'on a tendance à hésiter avant de faire appel à l'avion-citerne pour combattre un feu de forêt, si l'on prolonge indûment les délais par suite d'une mauvaise analyse, la lutte aérienne est souvent entreprise quand l'incendie est déjà trop grand pour que l'arrosage soit réellement efficace. Les responsables de la lutte ne devraient donc jamais attendre au point où l'incendie ne puisse être maîtrisé avec les moyens conventionnels pour réquisitionner un avion-citerne.

L'usage de plus en plus répandu de l'avion-citerne nous oblige cependant à repenser la philosophie traditionnelle du combat des incendies de forêt et à définir de façon précise les objectifs de la lutte aérienne.

L'objectif ultime de la lutte aérienne pourrait être formulé comme suit: fournir le maximum de travail de lutte dans le minimum de temps, tout en respectant des standards économiques acceptables. Discutons brièvement le sens de cet énoncé.

Un avion-citerne devrait être capable de contenir dès la première attaque, tout foyer d'incendie ayant été découvert et rapporté dans des délais acceptables par une organisation de lutte. Comme les résultats d'une intervention de ce genre varient largement selon la nature de la charge déversée, l'utilisation de produits de retardement devrait donc être considérée de façon systématique pour toute attaque initiale et ce, dans le but de maximiser le travail de lutte accompli par un avion-citerne.

L'intervention de l'avion-citerne au moment de l'attaque initiale exige que l'opération se déroule dans un temps minimum, afin que l'incendie n'ait pas le temps d'atteindre des proportions trop considérables. Il est donc très important de bien coordonner les opérations de détection et celles de lutte aérienne afin de minimiser les délais.

La lutte aérienne contre les incendies peut être une opération très dispendieuse et c'est pourquoi la poursuite de l'objectif ultime implique le respect de standards économiques acceptables. Les évaluations du coût d'utilisation de l'avion-citerne devraient normalement lui être favorables, en comparaison avec les autres moyens disponibles pour effectuer le même travail de lutte. Pour obtenir un rapport coût-bénéfice acceptable, il est essentiel d'optimiser les opérations de lutte aérienne. En principe, le coût d'une attaque aérienne est justifié si les circonstances indiquent une forte probabilité que le feu échappe aux forces terrestres et si les dommages encourus risquent d'être plus élevés que les frais occasionnés par l'intervention de l'avion-citerne.

Bien que l'objectif principal de la lutte aérienne soit davantage axé sur l'attaque initiale, elle peut également poursuivre des objectifs secondaires. A titre d'exemple, on pourrait retrouver les objectifs suivants:

- augmenter la rapidité des travaux de combat plutôt que d'accroître les ressources de combat terrestre;
- refroidir les points menaçants;

- aider à maintenir une ligne d'arrêt;
- fournir un élément de sécurité supplémentaire pour un coupe-feu etc.

9.2.3 Facteurs limitant le choix et l'usage d'un avion-citerne

Dans le but d'obtenir le maximum de bénéfices de l'utilisation d'un avion-citerne, il est important de savoir choisir le type d'appareil qui convient le mieux à une situation donnée et surtout, de savoir déterminer dans quelles circonstances celui-ci peut donner son meilleur rendement. A cet effet, la connaissance des facteurs limitatifs caractérisant les divers avions-citernes s'impose. Même si un appareil peut être disponible dans les plus brefs délais, ceci ne signifie pas nécessairement qu'une solution finale à des problèmes d'extinction a été trouvée.

De façon générale, le choix et l'usage d'un avion-citerne seront limités par les facteurs liés aux appareils et aux règlements de vol, les facteurs topographiques, les facteurs météorologiques, les facteurs liés à l'organisation des opérations de lutte, les facteurs liés à la disponibilité d'aéroports et de lacs et enfin, les facteurs liés à la présence d'obstacles.

1) Facteurs liés aux appareils et aux règlements de vol

Au départ d'une mission d'arrosage, le plein d'essence est habituellement réalisé en quantité suffisante pour permettre aux avions-citernes de types Canso ou CL-215 de se rendre à un feu et d'y travailler pendant 3 ou 4 heures. Pour les autres avions-citernes, la quantité d'essence requise variera selon la distance à parcourir. Sauf pour les appareils de type Otter ou Beaver, il est inutile de songer à faire le plein de carburant ailleurs qu'à un aéroport. Il est aussi préférable que les gros avions-citernes séjournent la nuit sur une piste d'aéroport plutôt que sur un lac. En effet, ces appareils ont besoin de vérifications régulières qui doivent être effectuées, soit à l'aéroport local, soit à leur base lorsqu'il s'agit de réparations ou de travaux de vérification majeurs.

En plus des règlements officiels de l'air, il existe également un certain nombre de règles internes de pilotage qui limitent le rendement global des avions-citernes. Par exemple, pour des raisons sécuritaires, un équipage de CL-215 ou de Canso:

- ne peut être en devoir plus de 15 heures par jour;
- ne peut effectuer plus de 8 heures de vol par jour, y compris la période d'arrosage, soit 4 heures l'avant-midi et 4 heures l'après-midi; soulignons ici qu'un petit avion-citerne ne requiert qu'un seul membre d'équipage et que si deux pilotes sont disponibles, l'appareil peut être utilisé sur une plus longue période;
- ne peut effectuer plus de 70 largages dans une même journée à cause de la fatigue occasionnée par ces opérations; ce nombre peut atteindre 90 avec le CL-215, soit au moins une dizaine de largages à l'heure;
- ne peut dépasser 85 heures de vol dans une période d'un mois;
- ne peut permettre le transport de passagers durant les opérations d'écopage et de largage et en d'autres circonstances, sans autorisation spéciale;
- doit respecter la cédule d'entretien des appareils et le plan de vol établi;
- doit obligatoirement rapporter sa position au Service aérien du Gouvernement à tous les soirs;
- doit effecteur des vols de reconnaissance avant de procéder à une opération d'arrosage ou de remplissage;
- doit prendre le temps de s'arrêter sur un lac, si nécessaire, pour nettoyer un pare-brise qui serait obstrué par des insectes;
- ne peut voler que le jour seulement, soit au cours de la période qui commence 30 minutes avant le lever du soleil et qui se termine 30 minutes après son coucher. Quand l'avion-citerne est capable d'atterrir sur un aéroport muni de balises lumineuses, le retour de l'appareil à sa base peut se faire à la noirceur;
- bénéficie d'un repos de 24 heures après avoir été en devoir durant une période de plus de 15 heures dans la même journée;

- peut refuser de se conformer à des directives qui risqueraient de compromettre sa sécurité, celle des combattants terrestres et celle de l'appareil; pour ces mêmes raisons, peut larguer sa charge en toutes circonstances.

2) Facteurs topographiques

Au Québec, la topographie ne constitue pas en soi un facteur qui limite l'usage des avions-citernes. Le relief n'est jamais assez accidenté pour interdire les manoeuvres habituellement effectuées. Dans de très rares occasions, une vallée étroite ou un escarpement élevé pourront tout au plus obliger le pilote à effectuer son approche ou ses virages d'une façon différente.

Même si un avion-citerne peut déverser sa charge à peu près indépendamment de la topographie, les manoeuvres exécutées en terrain montagneux demandent néanmoins certaines précautions. Tout d'abord, une opération d'arrosage ne devrait jamais être tentée en direction ascendante. Comme l'avion opère alors tout près de sa vitesse de décrochage, l'effet de tangage (pich up) observé immédiatement après l'arrosage pourrait lui être néfaste car celui-ci tend à réduire la vitesse de l'appareil. Pour éviter cet inconvénient, l'approche de l'avion-citerne devrait donc être faite *vers le bas de la pente*, ce qui permettrait en même temps de gagner un peu de vitesse. Même en terrain plat, l'effet de tangage devrait être atténué en augmentant la vitesse de l'avion juste avant l'arrosage (figure 76).

Il arrive également que la topographie risque d'entraver la visibilité des pilotes, en plus d'empêcher les combattants au sol de voir venir l'avion-citerne. Pour ces raisons, l'approche d'un appareil en terrain montagneux devrait, si possible, être faite sur le versant où se situe la cible à arroser et non pas derrière une crête (figure 77). Mentionnons enfin que la topographie est parfois responsable de problèmes causés par des courants d'air verticaux ou par de la turbulence; ces aspects seront cependant examinés plus loin.

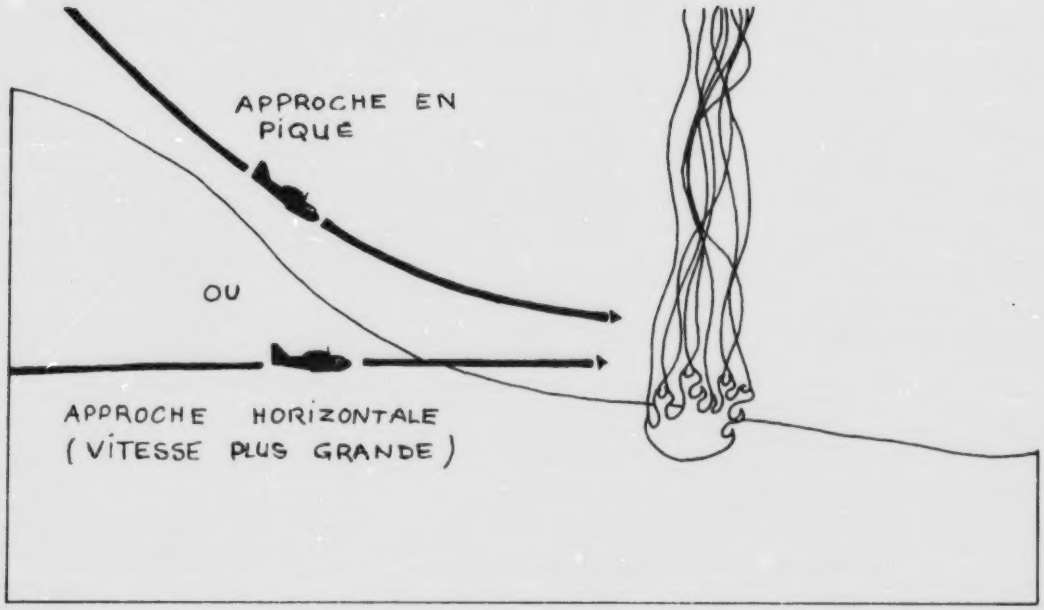


FIGURE 76 ATTÉNUATION DE L'EFFET DE TANGAGE

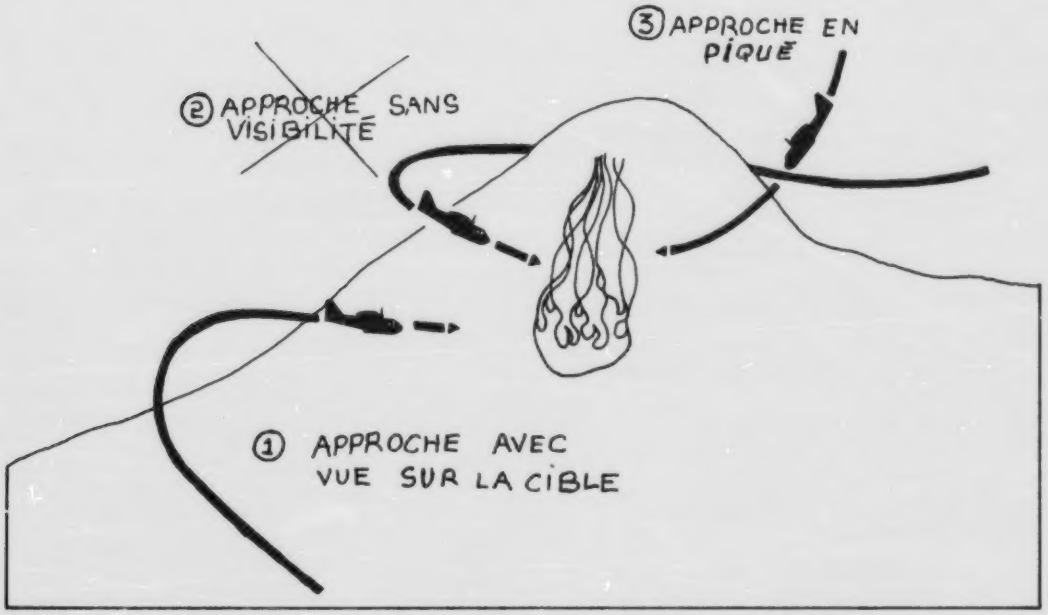


FIGURE 77 APPROCHE D'UNE CIBLE SITUÉE SUR UN VERSANT DE MONTAGNE

3) Facteurs météorologiques

Les facteurs météorologiques affectent l'efficacité des avions-citernes en influençant le comportement du feu et le rendement des appareils. Mentionnons d'abord que ces facteurs ne limitent pas de façon significative les performances des avions-citernes. Une pauvre visibilité causée par la présence de brume ou de nuages, une forte turbulence et des vents puissants (au-dessus de 30-40 mph) constituent les principaux inconvénients susceptibles d'affecter le fonctionnement des avions-citernes. Par exemple, un vent atteignant une vitesse supérieure à 15 mph suffit pour empêcher un petit avion-citerne de procéder aux opérations de remplissage sur certains lacs. Pour sa part, une forte turbulence causée par l'incendie, la topographie ou le vent, augmentent considérablement les dangers du vol à faible altitude.

Il convient de souligner que les conditions météorologiques les plus désavantageuses pour les opérations aériennes sont également celles qui favorisent la propagation des incendies. En période de danger extrême, des vents et des températures élevés, ainsi qu'un faible niveau d'humidité, provoquent l'augmentation de la vitesse de propagation du feu et l'accroissement de son intensité. Une ligne d'arrêt ne peut être alors construite assez rapidement pour maîtriser l'incendie et l'effet de chaque arrosage tend à se dissiper avant le retour de l'avion-citerne.

Pour profiter pleinement de l'effet des arrosages aériens effectués sans retardateurs, il faut très souvent se limiter à intervenir au cours des périodes du cycle de brûlage les plus propices à la lutte, soit l'avant-midi et en soirée. A ce moment, le taux d'évaporation de l'eau est relativement bas et le feu ne progresse que très lentement. Ceci ne veut cependant pas dire que les opérations d'arrosage devraient être bannies au cours de la période d'intensité maximale; au contraire, l'action de l'avion-citerne s'avère alors quand même nécessaire pour seconder les combattants terrestres ou pour refroidir des points menaçants.

Signalons enfin que le vent peut provoquer des conditions de vol très désavantageuses en terrain montagneux. Lorsqu'il souffle avec une forte intensité, le vent tend à créer des courants d'air descendants sur les versants de montagne abrités, courants qui donnent naissance pour leur part à une forte turbulence. Un avion s'accommode assez bien de ces conditions de vol, mais à la condition que le pilote prenne certaines précautions: être prêt à augmenter le régime des moteurs, conserver une vitesse suffisante, identifier des voies de retraites possibles, maintenir une altitude plus grande que la normale et se tenir prêt à larguer la charge en cas d'urgence. L'existence de vents descendants ou de turbulence peut habituellement être détectée par un avion de reconnaissance ou par l'observation de l'orientation de la fumée, laquelle tend alors à s'écraser ou à descendre.

Même si la turbulence mécanique qui s'exerce au-dessus d'un foyer d'incendie dégageant beaucoup de chaleur ne constitue pas un véritable phénomène météorologique, il est opportun de mentionner ici qu'elle peut également affecter le vol des avions-citernes. Les pilotes doivent donc prendre en considération cet inconvénient supplémentaire lorsqu'ils évoluent au-dessus de combustibles en ignition.

4) Facteurs liés aux caractéristiques des combustibles et de l'incendie

Il est impossible de déterminer à l'avance l'aire de feu maximale susceptible d'être maîtrisée par un avion-citerne donné parce que trop de facteurs sont à considérer. Chose certaine, plus un feu se développe, moins le bombardier est efficace car son action ne peut alors s'exercer que sur une partie seulement de l'incendie.

De façon générale, l'intervention d'un avion-citerne sera plus indiquée sur un feu de faible superficie, sur des combustibles légers que sur des matériaux grossiers, sur un incendie inaccessible que sur celui qui peut être attaqué rapidement par les combattants au sol, et enfin, dans une région où les dangers de feu sont élevés que dans celle où ils sont minimes.

Sur les incendies de faible superficie, l'avion-citerne doit surtout être utilisé au moment de *l'attaque initiale* dans le but de réduire la vitesse de propagation du feu pendant que les combattants se rendent sur les lieux. Dans la majorité des cas, les opérations d'arrosage ne réussiront pas à éteindre complètement l'incendie et l'action des combattants sera toujours nécessaire.

Sur les feux d'envergure, on s'accorde à dire que l'efficacité de l'avion-citerne est excessivement réduite. Cet aéronef ne devrait alors servir qu'à combattre une série de petits feux plutôt qu'à attaquer l'ensemble du contour de l'incendie. On l'utilisera, par exemple, pour réaliser une action isolée sur une courte portion du périmètre du feu que les combattants peuvent difficilement attaquer, pour refroidir des points menaçants et permettre ainsi aux équipes terrestres d'intervenir ou de continuer leur travail et enfin, pour maîtriser des feux disséminés.

L'avion-citerne s'avère très peu utile pour combattre les feux de cimes et les feux de profondeur. En général, si le couvert forestier est dense, l'eau déversée n'atteindra même pas le sol.

Mentionnons enfin que la fumée et la chaleur qui se dégagent d'un foyer d'incendie affectent directement l'efficacité des avions-citernes d'une part en diminuant les performances des moteurs et, d'autre part, en affaiblissant la visibilité des pilotes. En plus des facteurs normalement considérés dans le plan d'attaque, ces deux éléments devraient donc être analysés eux aussi lors du choix des points d'intervention.

5) Facteurs liés à l'organisation des opérations de lutte

L'efficacité des opérations d'arrosage aérien ne peut être satisfaisante que si le travail des avions-citernes est coordonné avec celui des combattants terrestres. Les opérations de lutte doivent donc être organisées de façon à ce que les forces au sol interviennent pour continuer le travail amorcé par l'action aérienne. Un réseau de communication adéquat s'avère alors indispensable pour coordonner les

activités aériennes et terrestres, sans quoi le rendement des avions-citernes s'en trouve affecté. A cause de leur importance particulière, l'étude de ces aspects sera reprise en détail plus loin.

6) Facteurs liés à la disponibilité d'aéroports et de lacs

Le rendement des opérations d'arrosage aérien est limité par la disponibilité d'aéroports et de lacs. Un avion-citerne de type Grumman (TBM) Avenger doit nécessairement renouveler sa charge sur un terrain d'atterrissage; celui-ci devrait normalement être situé le plus près possible de l'incendie à combattre de façon à réduire au minimum les intervalles de largage. Ces terrains s'avèrent également indispensables lorsque la carence de plans d'écopage ne permet pas aux avions-citernes amphibies de tirer profit d'une source d'eau rapprochée pour remplir leurs réservoirs, lorsque ces appareils doivent s'approvisionner en carburant ou lorsqu'il est nécessaire de renouveler la cargaison de retardateurs prémélangés.

La disponibilité de plans d'eau tels que lacs, rivières ou baies situés dans un rayon d'action le plus court possible constitue un facteur déterminant pour assurer l'efficacité de l'arrosage aérien. Plus la distance à parcourir entre l'incendie et le plan d'écopage est grande, plus l'intervalle de largage est long et plus le nombre d'avions-citernes requis pour rétablir la situation est élevé. Le temps consacré au transport d'une charge n'est pas directement utile pour combattre un feu; de plus, les longs déplacements s'avèrent très coûteux.

Le remplissage des réservoirs d'eau par écopage n'est pas possible sur tous les plans d'eau, car l'opération doit pouvoir se dérouler en toute sécurité. Mentionnons, par exemple, qu'un avion-citerne de haute performance, comme le CL-215, possède un tirant de 3 pieds; le plan d'eau utilisé doit donc avoir une profondeur minimale de 6 pieds pour assurer la protection des deux cuillères d'écopage. La manoeuvre de remplissage exige pour sa part un plan d'eau d'une longueur minimale d'un mille; ceci comprend le parcours d'approche commençant à une hauteur de 50 pieds, le délai de stabilisation, la distance d'écopage, le parcours d'accélération et la montée jusqu'à une altitude de 50 pieds.

L'entrée et la sortie du plan d'eau utilisé ne doivent comporter aucune obstruction majeure, telles que montagne, ligne de transmission ou chicots. Avant de procéder à la première opération de remplissage, il est nécessaire d'effectuer 3 ou 4 manoeuvres de reconnaissance afin d'examiner la situation et d'avertir, s'il y a lieu, les embarcations d'un amerrissage imminent. L'appareil devrait utiliser le même axe d'écopage à chaque remplissage et éviter de s'engager sur le plan d'eau avant que la turbulence créée par un autre aéronef ne se soit dissipée.

Il convient enfin de souligner qu'un vent de côté, de fortes vagues (créées par un vent de plus de 40 mph) ou encore, la présence d'obstacles nouveaux dans le parcours emprunté peuvent interdire l'accès des avions-citernes à un plan d'eau utilisé la journée précédente. Il faut donc laisser à l'équipage le soin de juger de la praticabilité des opérations de remplissage sur un lac donné.

7) Facteurs liés à la présence d'obstacles

Comme nous venons de le voir, la présence d'obstacles peut empêcher d'avoir recours à certains lacs pour remplir les réservoirs d'un avion-citerne. Toutefois, des appareils plus petits que le Canso et le CL-215 réussissent parfois à utiliser des plans d'eau plus restreints. Mais, étant donné que ces appareils sont souvent incapables d'opérer sur un plan d'eau agité, leur supériorité n'en est pas toujours acquise pour autant.

De façon générale, la fumée, les chicots, les accidents du terrain, les lignes de transport d'énergie, les autres aéronefs, les embarcations, les variations de la hauteur de la végétation et les billes flottantes constituent les principaux obstacles susceptibles de nuire au rendement des avions-citernes. Pour opérer en toute sécurité, les équipages doivent donc adopter certaines précautions et surtout, éviter de prendre des risques, par exemple en se lançant à l'aveuglette dans un épais nuage de fumée. Les avertissements lancés par d'autres personnes que les membres d'équipage ne sont jamais superflus quand il s'agit d'éviter certains obstacles.

9.2.4 Techniques d'arrosage aérien

Les opérations de lutte aérienne directe contre le feu ne consistent pas simplement à déverser de l'eau sur un foyer en ignition, sans tenir compte de la façon dont le travail est effectué. En effet, l'arrosage aérien ne peut être réalisé efficacement que s'il est fait suivant des techniques très précises. Ces techniques requièrent pour leur application une bonne connaissance des règles de pilotage et des notions de combat des incendies forestiers.

La présente section expose les principaux aspects de la technique d'arrosage aérien. De façon plus spécifique, elle traite des différents types d'intervention aérienne, de l'application des méthodes courantes de combat, de l'anatomie du largage, de l'altitude d'opération, des types et de la fréquence des largages, de l'identification des cibles, de la direction de l'attaque en fonction du vent, de l'orientation de l'attaque aérienne et de l'utilisation de retardateurs.

1) Types d'intervention aérienne

L'avion-citerne s'avère un instrument de combat efficace lorsqu'il est utilisé pour l'un ou l'autre des types d'intervention suivants, soit l'attaque initiale et les actions de support tactique.

Le premier rôle de l'avion-citerne, qui s'avère également le plus utile que peut jouer cet appareil, consiste à *assurer l'attaque initiale*, alors que le feu est encore de faible superficie et que les combattants terrestres s'acheminent vers les lieux du sinistre. Cette attaque initiale est particulièrement avantageuse dans les endroits d'accès difficile.

Deux concepts sont présentement mis de l'avant pour la réalisation des arrosages aériens, soit le concept de l'action unique et celui du nombre de gallons d'eau à l'heure. Ces deux concepts visent le même objectif, mais ils diffèrent d'après les conditions d'opération adoptées, soit le type d'avion-citerne, la nature de la charge et la méthode d'attaque.

Le *concept de l'action unique* implique une détection prompte, une action initiale rapide et une intervention utilisant autant d'avions-citernes que nécessaire pour contenir l'incendie du premier coup. Le but de cette action est de maîtriser le feu et de laisser une bande protectrice tout autour de l'aire incendiée dès le premier voyage, permettant ainsi aux avions-citernes de retourner à leur base et d'attendre une nouvelle alerte. Ce concept n'est pas tellement appliqué au Québec étant donné le manque d'aéroports, l'abondance de lacs et la faible utilisation de produits chimiques. Une action unique n'est efficace que si l'on dispose de retardateurs à long terme en quantité suffisante et d'avions-citernes rapides, très manoeuvrables et capables de transporter une grosse charge.

L'efficacité du concept de l'action unique dépend de la précision du largage et de la promptitude avec laquelle l'avion peut intervenir; l'arrosage doit nécessairement être fait quand le feu est petit, c'est-à-dire quand il couvre moins d'un acre, situation qui n'existe qu'au cours du tout premier stade de développement d'un incendie. Avec la qualité du système de détection dont dispose le Québec, il n'y a en réalité qu'à s'assurer que chaque CL-215 quitte sa base en transportant une charge suffisante d'un mélange de retardateur à long terme pour rendre ce concept opérationnel. Mentionnons que ce concept peut également s'appliquer pour maîtriser des feux dispersés.

Le *concept du nombre de gallons d'eau à l'heure* est utilisé, pour sa part, dans les régions isolées et dépourvues d'aéroports mais qui comportent un grand nombre de lacs ou de plans d'eau divers, de telle sorte que la majorité des incendies se situent à proximité d'une source d'eau. L'application de ce concept exige de déverser une grande quantité d'eau dans le but de maîtriser l'incendie, tout en perdant le minimum de temps à transporter chaque charge. La réalisation de ce travail demande des avions-citernes ayant une grande autonomie de vol. Le rendement de l'opération peut être augmenté de façon significative en ajoutant un retardateur à court terme à l'eau contenue dans les réservoirs. Utilisée seule, l'eau n'exerce pas un effet permanent et son application doit être poursuivie aussi longtemps que les équipes terrestres n'ont pas pris la relève.

Le deuxième rôle de l'avion-citerne consiste à fournir une action de support sur les feux d'envergure, en refroidissant les points menaçants situés directement en avant d'une ligne d'arrêt à construire ou en arrosant copieusement un foyer qui s'échappe. En fait, le chef de lutte peut demander n'importe laquelle action sur un secteur bien spécifique de l'incendie dans le but d'aider les combattants terrestres, telle l'établissement d'une ligne d'arrêt et la protection de biens de grande valeur.

2) Application des méthodes courantes de combat

Les activités de lutte aérienne contre un incendie forestier peuvent être exécutées suivant l'une ou l'autre des méthodes courantes de combat, soit les méthodes directe et indirecte.

L'*attaque directe* est normalement employée lors de l'action initiale effectuée sur les petits incendies (figure 78), ou comme support aérien tactique pour la surveillance des lignes d'arrêt. Dans le premier cas, l'arrosage doit être réalisé avec des retardateurs de façon à diminuer l'incendie et à le contenir jusqu'à l'arrivée des combattants terrestres. Dans le deuxième cas, l'arrosage aérien sert à construire et à surveiller une ligne d'arrêt en collaboration avec les équipes au sol; ceci nécessite une excellente coordination entre les forces aériennes et terrestres. Dans la majorité des attaques directes effectuées avec des retardateurs, une moitié de la charge devrait être déversée sur le foyer et l'autre moitié juste à l'extérieur de la bordure du feu.

A moins d'être larguées délibérément dans le but de réduire l'intensité du feu, les charges placées directement sur le feu ne sont pas tellement efficaces, car la plus grande partie de l'eau est évaporée par l'air chaud et sec qui s'élève du brasier. La montée de l'air dans la colonne de convection empêche également les plus petites gouttelettes d'atteindre le sol. Enfin, l'eau ou la solution qui atteint effectivement la zone en ignition tombe souvent sur des cendres chaudes situées en arrière de la zone de flammes actives et achève alors de s'évaporer rapidement. Malgré tous les inconvénients qui résultent de l'application

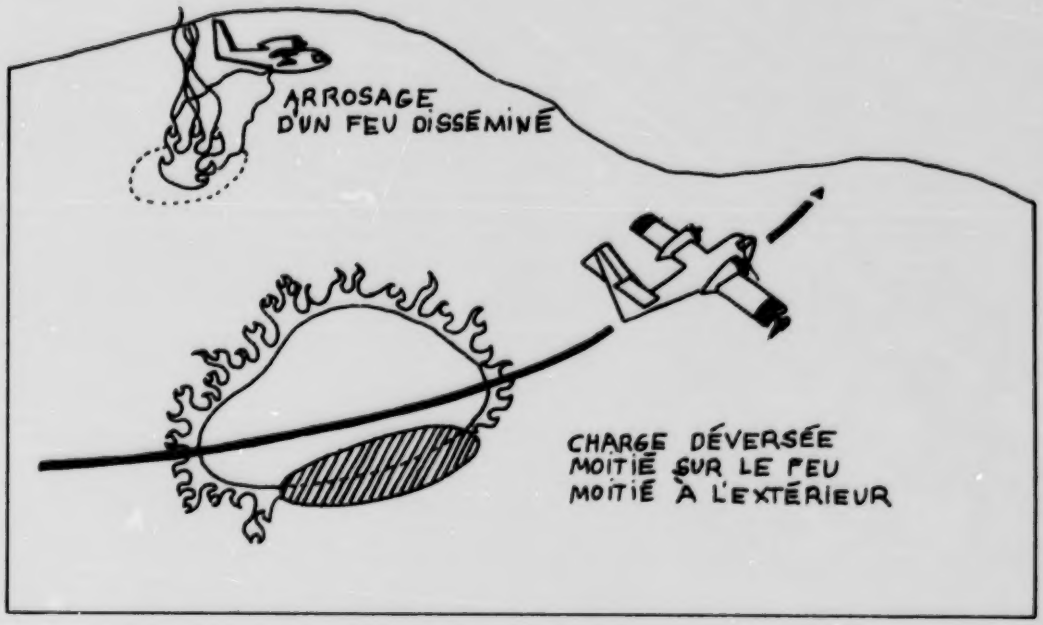


FIGURE 78 ATTAQUE AÉRIENNE DIRECTE

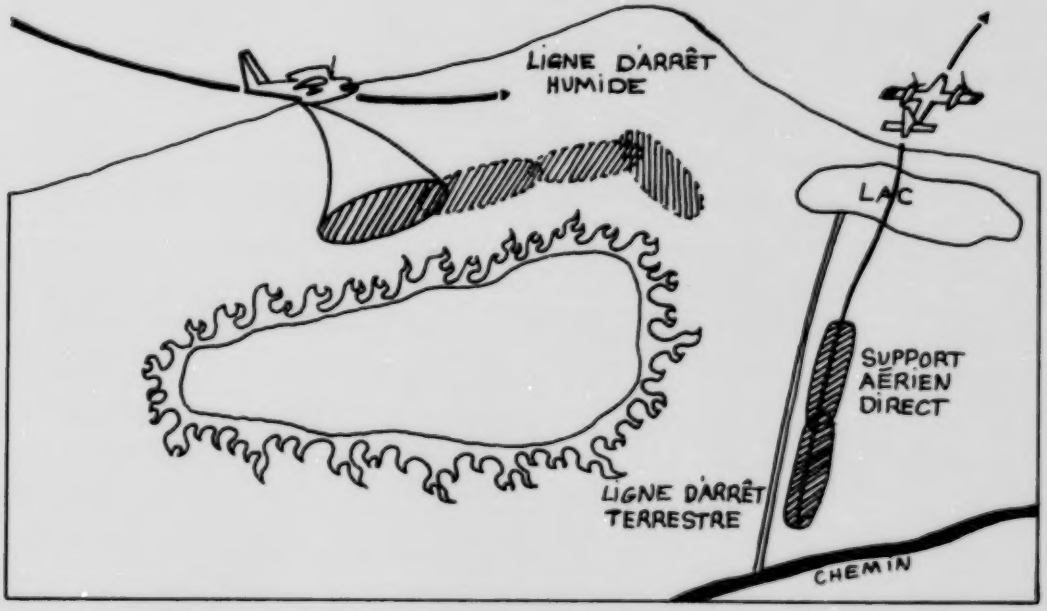


FIGURE 79 ATTAQUE AÉRIENNE INDIRECTE

d'eau pure directement sur le feu, il appert que c'est encore en bordure du feu que cet arrosage est le plus valable.

L'application de la méthode d'*attaque indirecte* fournit habituellement des résultats satisfaisants. Elle consiste à établir une ligne d'arrêt temporaire, même grossière, au moyen de retardateurs à long terme et ce, à une certaine distance en avant de la tête d'un feu qui progresse lentement. Cette tactique est souvent utilisée sur les terrains rocheux ou éloignés, quand il est impossible de construire des lignes d'arrêt au moyen de machinerie lourde ou que la construction de lignes avec des outils manuels n'est pas réalisable. Une attaque indirecte peut aussi comprendre le traitement du terrain adjacent ou situé à l'extérieur d'une ligne de contre-feu lorsque l'allumage de feux disséminés est pressenti. Les équipages des avions-citernes doivent alors être informés de la chose pour éviter qu'ils ne confondent ce contre-feu avec l'incendie principal ou un foyer isolé.

Puisque la ligne d'arrêt établie par des avions-citernes n'est que temporaire, à cause du seul emploi de l'eau, il faut nécessairement prévoir sa consolidation par les forces terrestres. Celles-ci devraient alors travailler de préférence du côté intérieur d'une telle ligne d'arrêt afin de l'utiliser comme ligne d'arrêt secondaire.

3) Anatomie du largage

Pour bien comprendre la mécanique de l'arrosage au moyen d'avions-citernes, il est opportun d'étudier tous les phénomènes observés, à partir de l'instant où une charge se trouve encore dans les réservoirs d'un avion, jusqu'à celui où on la répand sur le sol. Dans l'appareil, la charge possède certaines caractéristiques: elle a un poids, un volume, une forme, une altitude, une vitesse aérienne et une autre terrestre. Chaque particule de liquide est au repos par rapport aux autres. Tous ces facteurs, identifiables à un moment donné, conditionneront les nouvelles caractéristiques de la charge, lorsque celle-ci aura atteint le sol.

Une fois que la charge a quitté l'avion-citerne et qu'elle s'est éparpillée sur le sol en quelques secondes, elle présente alors un nouvel ensemble de caractéristiques. Elle a une forme et une disposition différentes, une altitude nulle et une vitesse terrestre également nulle. Toute la charge de liquide est au repos encore une fois, comme c'était le cas dans l'avion-citerne. Lors de ce deuxième stade, on mesure désormais la charge, dont le volume est relativement le même qu'au premier, d'après la longueur, la largeur et l'épaisseur qu'elle présente sur le sol. Examinons maintenant comment une charge de liquide passe du premier stade au deuxième.

Dès que le pilote presse le bouton de largage, les trappes d'évacuation à commande hydraulique commencent à s'ouvrir, opération qui peut prendre un maximum de trois secondes. L'effet de la gravité (effet causé par la colonne d'eau située au-dessus des trappes) fait alors jaillir le liquide par l'ouverture. Sa vitesse de sortie atteint son maximum quand les trappes s'ouvrent à leur position normale, mais elle ralentit à mesure que les réservoirs se vident à cause de la diminution de la pression créée par la tête d'eau.

Au cours des quelques huit secondes que dure sa chute, la charge de liquide n'est plus au repos et ses caractéristiques ne peuvent plus être modifiées par l'homme. Elle se renverse sur elle-même, sur le cadre des trappes, sur la travée du fuselage et sur les trappes elles-mêmes. Certaines particules ou groupes de particules s'échappant des réservoirs sont bousculées, poussées ou ralenties d'une manière différente d'autres particules ou groupes de particules. En somme, la nature de la charge varie continuellement du début à la fin sous l'action érosive de l'air.

Au moment où elle sort sous l'avion, la charge de liquide avance à la même vitesse que l'appareil, mais elle a tôt fait de se désintégrer de façon continue, en plusieurs parties de dimensions variées, chaque partie ayant une direction et une vitesse vectorielles différentes de celles des autres. Les parties les plus grosses ont une plus grande résistance à l'érosion que les plus petites et, pour cette raison,

leur masse persiste plus longtemps. Dans toute cette turbulence, les parties situées en arrière sont protégées de l'érosion par celles placées plus en avant, mais elles finiront quand même par traverser le devant de la charge, comme des petites fusées, avant de s'éroder à leur tour. L'érosion des très petites parties se fait rapidement et on assiste bientôt à la formation d'un brouillard.

L'éparpillement de la charge, causé par la turbulence, entraîne une dispersion imprévisible et irrégulière du liquide du sol. On remarque des noyaux très denses et d'autres dont l'épaisseur varie entre zéro et le maximum (figure 80). La représentation graphique de la dispersion d'une charge est obtenue au moyen de lignes de contour indiquant l'épaisseur moyenne de liquide répandu sur le sol; on retrouve parfois des endroits qui n'ont pas été atteints ou qui n'ont pas reçu la quantité de liquide désirable, soit un minimum de 0.04 pouce. La réduction du taux d'application dépend habituellement de l'évaporation observée durant la chute. Avec des retardateurs, la dispersion de l'eau est plus faible, car ces solutions sont moins influencées que l'eau par le vent et l'évaporation.

Avant de poursuivre la discussion, expliquons ici un phénomène qui intrigue souvent les observateurs au moment de l'arrosage. Lorsqu'un avion-citerne libère sa charge, un mouvement de tangage appréciable se produit; ce redressement soudain du nez de l'appareil, puis son rétablissement, ne sont pas causés par des manoeuvres de l'équipage. Ils sont plutôt provoqués par la conjugaison de trois phénomènes: le déplacement rapide du centre de gravité sans effet de compensation, la modification de l'angle d'attaque et la formation d'un vide d'air momentané sous la queue de l'avion, dû au déplacement de la masse de liquide en chute libre. Comme la charge avance moins rapidement à l'horizontale que l'avion, c'est nécessairement l'arrière de l'appareil qui subit un " manque de support " passager, s'abaisse et modifie ainsi l'angle d'attaque de tout l'avion.

L'étude du largage ne saurait être complète sans que l'on s'interroge sur l'efficacité de l'opération et sur les moyens susceptibles

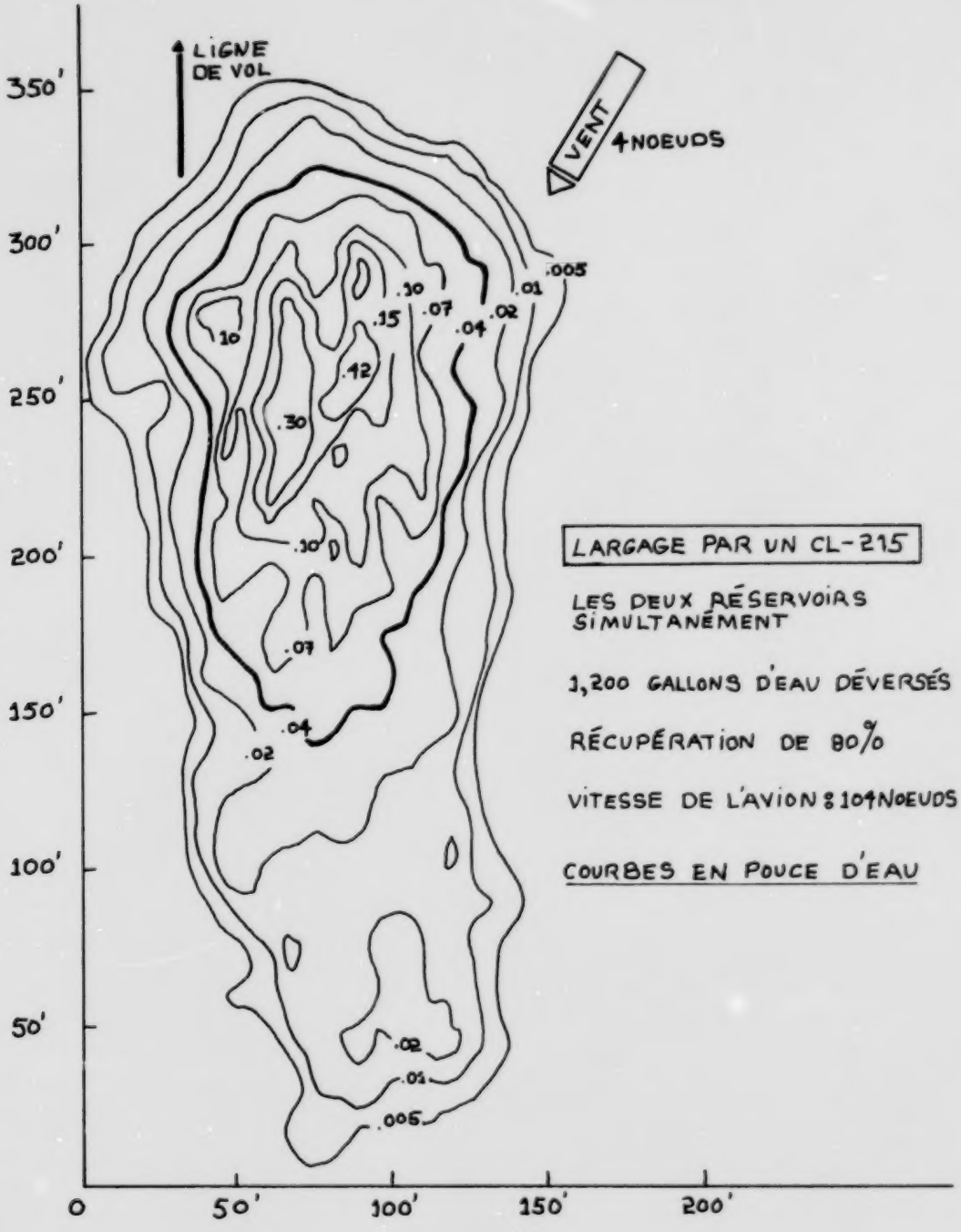


FIGURE 80 REPRÉSENTATION GRAPHIQUE D'UNE CHARGE D'EAU DISPERSÉE SUR LE SOL

d'en améliorer le rendement. Rappelons que l'objectif poursuivi est l'application d'un liquide en vue d'empêcher ou d'arrêter la combustion et ce, sur une largeur suffisante pour éviter que le feu ne traverse la ligne d'arrêt. Il faut donc rechercher une bonne dispersion longitudinale de la charge de liquide, tout en obtenant en même temps une largeur et une densité suffisantes. A titre d'exemple, mentionnons que si l'eau se disperse dans un cercle de 500 pieds de diamètre, les résultats de l'arrosage ne seront probablement pas plus efficaces que si l'on avait traité une simple bande de 500 pieds de longueur et de largeur convenable; c'est pour cette raison qu'on évalue à seulement 80% le volume de la charge qui sert effectivement le but recherché.

Comme il n'est pas possible de modifier une charge pendant sa chute, on ne peut améliorer l'efficacité de l'arrosage qu'en influençant certaines de ses caractéristiques, comme sa nature, son altitude, sa vitesse aérienne et son taux de sortie des réservoirs (en posant ici comme hypothèse qu'on ne peut modifier ni l'avion-citerne et ni la vitesse et la direction du vent). Dans les deux sections suivantes, nous étudierons donc l'altitude d'opération et les types de largage en fonction de leur influence sur l'efficacité de l'arrosage aérien.

4) Altitude d'opération

Les opinions demeurent encore partagées quant au choix de l'altitude optimale de largage d'une charge d'eau ou de retardateurs. Certaines personnes prétendent qu'une charge devrait être libérée le plus bas possible. D'autres par contre, préconisent que l'avion-citerne devrait évoluer à une hauteur de 50 à 100 pieds au-dessus du niveau général du faîte des arbres ou de la végétation existante. Enfin, les tenants de l'emploi de retardateurs considèrent qu'une altitude supérieure à 100 pieds est indispensable.

L'expérience démontre, de façon générale, qu'un largage à faible altitude est définitivement meilleur sur un petit feu très intense se développant dans un peuplement ayant un fort couvert; dans ces circonstances, l'effet de l'érosion et de l'évaporation est faible, la

pénétration du liquide est supérieure et la charge est éparpillée au minimum. En plus d'un effet de refroidissement certain, une telle action contribue parfois à disperser les combustibles et à étouffer le foyer par suite de la turbulence créée. Par contre, sur les feux de faible intensité, brûlant dans des combustibles légers, l'arrosage à une certaine distance au-dessus des arbres semble plus efficace; l'eau tombe alors sur une plus grande superficie sous la forme d'une averse.

La précision des largages effectués par les avions-citernes semble augmenter avec l'altitude d'opération; en effet, la visibilité des pilotes s'améliore graduellement à mesure que leur appareil gagne de la hauteur.

Même si les largages effectués à très faible altitude peuvent donner des résultats supérieurs dans certaines circonstances, nous sommes portés à les déconseiller à cause des dommages infligés à la végétation et surtout, à cause des dangers qui en résultent pour les équipes terrestres de combattants. En effet, la masse d'eau elle-même ou les débris qu'elle déplace constituent un potentiel de danger très élevé, particulièrement lorsque de gros avions-citernes arrosent à une hauteur de moins de 100 pieds.

A faible altitude, les conditions de vol s'avèrent également beaucoup plus dangereuses. La présence d'obstacles et l'existence de turbulence rendent alors les manoeuvres excessivement dangereuses.

Il convient de faire remarquer que les pilotes ont parfois tendance à voler trop bas lorsqu'ils éprouvent de la difficulté à frapper leur cible avec de l'eau pure. Dans ces circonstances, la charge n'a pas le temps de se disperser et une bonne partie de son efficacité est gaspillée. L'aéropointeur doit donc interroger l'équipage de l'avion-citerne afin de découvrir les raisons qui expliquent son action et proposer les correctifs appropriés.

5) Types de largage

La principale préoccupation d'un équipage d'avion-citerne est de larguer la charge à l'endroit précis et dans la forme exigée par l'aéropointeur. La précision et l'efficacité du largage vont souvent de pair, particulièrement si l'on arrose avec de l'eau pure. La précision de l'arrosage aérien est assurée, comme nous le verrons plus loin, par une bonne identification des cibles et par l'habileté des pilotes. Pour sa part, l'efficacité de l'arrosage, évaluée d'après les caractéristiques de dispersion d'une charge, dépend du type et de la technique de largage employés.

Le choix du type de largage doit être fixé par l'aéropointeur après évaluation de l'incendie et des combustibles. Au Québec, les avions-citernes utilisés permettent d'effectuer trois types de largage, soit le largage total, partiel et séquentiel.

Le *largage total* est le type le plus utilisé; toute la charge contenue dans les réservoirs de l'avion-citerne est alors libérée d'un seul coup grâce à l'ouverture simultanée des deux trappes d'évacuation. Cette technique permet de former une charge relativement compacte, laquelle peut mieux pénétrer un couvert épais ou s'attaquer au feu depuis la cime des arbres jusqu'au sol (figure 81).

Le *largage partiel* est obtenu en ne libérant que la moitié de la charge transportée par un avion-citerne. Pour réaliser cette technique, l'équipage commande l'ouverture d'une seule trappe d'évacuation à la fois. Cette pratique est employée quand une demi-charge s'avère suffisante pour produire un effet sur deux cibles séparées (chicots, points menaçants ou feux disséminés) ou quand on désire rallonger l'influence des retardateurs lors de la construction d'une ligne d'arrêt. Le principal avantage de cette méthode est de permettre l'exécution de deux opérations d'arrosage avec un seul remplissage.

Le *largage séquentiel* consiste à libérer consécutivement les deux moitiés de la charge d'un avion-citerne de façon à obtenir une

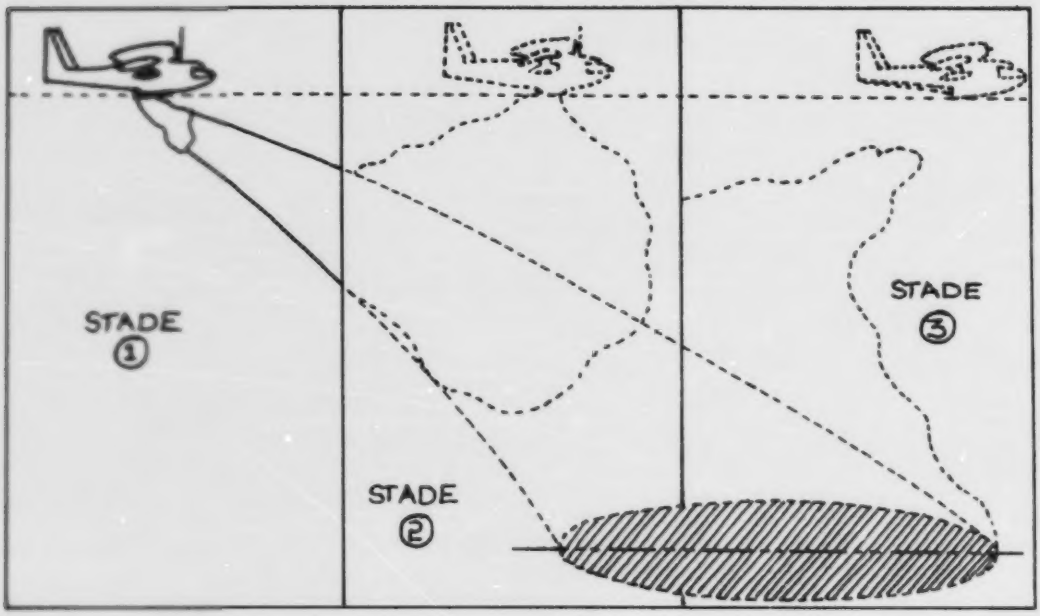


FIGURE 81 LARGAGE COURT (TOTAL)

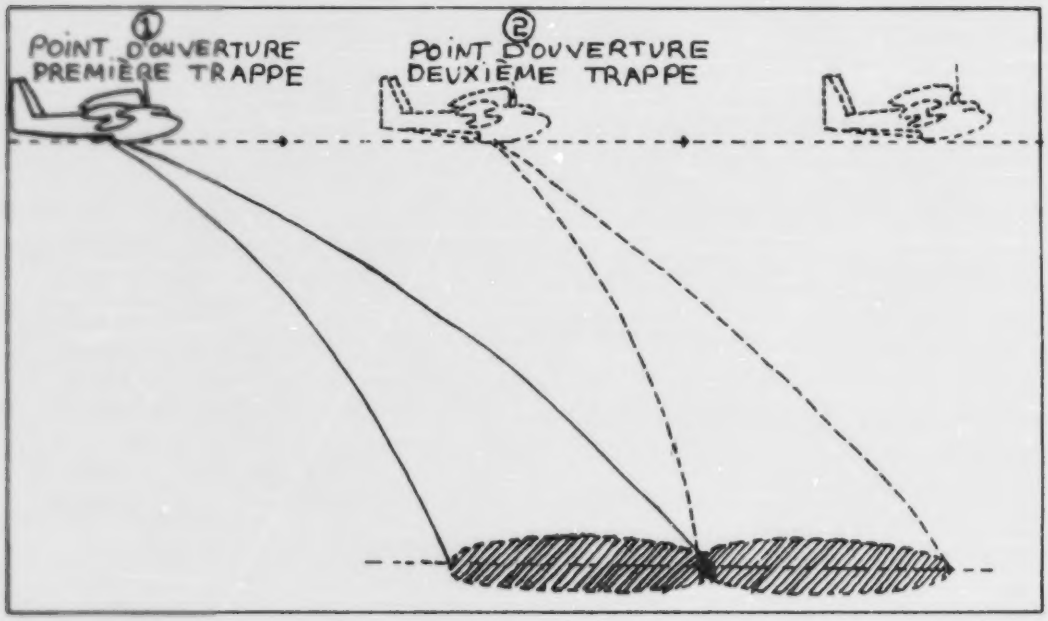


FIGURE 82 LARGAGE LONG (SÉQUENTIEL)

dispersion linéaire sur le terrain. Cette technique permet de construire une longueur maximum de ligne d'arrêt, mais de faible densité. Mentionnons toutefois qu'elle n'est efficace que si l'arrosage est réalisé correctement; pour que la charge s'éparpille bien, l'avion-citerne devrait nécessairement voler à une altitude supérieure à 100 pieds, maintenir une vitesse plus grande que la normale et arroser autant que possible vers le bas des pentes. La synchronisation de l'ouverture des trappes est aussi excessivement importante à surveiller; par exemple, des expériences ont démontré qu'il faut respecter une séquence de 1.5 seconde pour obtenir des résultats optimum avec un CL-215, dans des peuplements à faible couvert. La technique de largage séquentiel (figure 82) est parfois désignée sous le nom de largage long, par opposition au largage traditionnel qui produit une dispersion plus courte.

6) Fréquence des largages

La période qui s'écoule entre deux largages, aussi appelée *intervalle de largage*, constitue l'un des principaux facteurs qui affectent l'efficacité des avions-citernes. Si cet intervalle est exagérément long, les effets de refroidissement et d'étouffement causés par un premier largage tendent à se dissiper, l'eau déversée réussit à s'évaporer, rendant ainsi inutile l'effort fourni: les matériaux ont le temps de se rallumer et, si la vitesse de propagation du feu est suffisamment grande, il y a possibilité qu'il franchisse l'aire humidifiée.

Lorsque les intervalles de largage sont plutôt courts, chaque section d'arrosage exerce un effet cumulatif ou multiplicateur. Par exemple, un premier largage peut réussir à amortir un foyer d'incendie momentanément; un deuxième largage, effectué au même endroit et dans de brefs délais, est alors beaucoup plus efficace pour les raisons suivantes: le taux d'évaporation est généralement plus faible, l'eau supplémentaire renforce l'action du premier largage, la vitesse d'établissement de la ligne d'arrêt est supérieure à celle de progression du feu et enfin, toute l'eau qui s'évapore sous l'action de la chaleur est remplacée.

Si on étudie l'efficacité de l'arrosage aérien en termes de fréquence des largages, il faut reconnaître que cette variable ne peut être maximisée sans tenir compte de la dimension de l'incendie, de sa vitesse de progression et de son intensité. Lorsque ces trois facteurs augmentent, l'efficacité des avions-citernes décroît proportionnellement. Pour corriger une telle situation, l'accroissement de la fréquence des largages constitue une solution valable.

La fréquence des largages peut être augmentée de deux façons. La première exige tout simplement d'accroître le nombre d'appareils utilisés dans une même opération. Il ne faut pas cependant réquisitionner un trop grand nombre d'appareils, car on risquerait au contraire de diminuer l'efficacité de l'arrosage. En général, deux appareils suffisent pour un même feu et deux autres peuvent être gardés en réserve afin d'assurer une action continue. La seconde façon consiste plutôt à rapprocher les plans d'écopage ou les installations de remplissage le plus près possible de l'incendie. On voit donc ici l'importance d'utiliser les lacs ou les aérodromes les plus rapprochés du foyer d'incendie dans le but d'augmenter les temps d'arrosage.

Certaines expériences démontrent qu'un intervalle de largage de 15 à 20 minutes demeure encore acceptable avec un appareil tel que le Canso, lorsque son rayon d'action à partir du lieu d'écopage est d'environ 15 milles.

Pour atténuer les effets néfastes d'un intervalle de largage trop grand, il est recommandé de faire travailler les combattants terrestres en étroite collaboration avec les avions-citernes. Si ces équipes sont capables d'intervenir aussitôt après une opération de largage, le rendement des arrosages peut être amélioré de façon significative. Il ne faut jamais oublier que l'avion-citerne ne constitue pas l'unique ressource de combat et qu'une action coordonnée peut permettre de réaliser des exploits que ni les combattants et ni les bombardiers n'arriveraient à accomplir séparément.

En rallongeant la période pendant laquelle un même largage demeure efficace, les retardateurs contribuent également à augmenter le rendement des opérations d'arrosage et à diminuer l'intervalle d'attente. A cause de l'importance de ce sujet, l'exposé des avantages que présente l'utilisation de retardateurs sera repris en détail plus loin.

Mentionnons en dernier lieu que la longueur minimale de l'intervalle de largage, établie dans des conditions optimales d'opération, ne peut être inférieure à 3 minutes pour la majorité des appareils en usage.

7) Identification des cibles

Lorsqu'une attaque aérienne a pour objet un foyer localisé et de faibles dimensions, il est alors très facile d'identifier la zone d'arrosage car l'ensemble du feu peut être considéré comme une cible unique. Sur les incendies de plus grande superficie, où la technique de pointage est employée, des explications claires et concises s'avèrent indispensables pour isoler les cibles avec précision et pour décrire la façon de les approcher. L'utilisation de méthodes d'identification standards est cependant essentielle si l'on veut atténuer les sources possibles de confusion.

Quand le feu possède encore des dimensions restreintes, la référence à ses différentes parties, telle que pratiquée en pyrologie forestière, constitue un excellent guide pour le travail d'arrosage. Mais si ces parties se développent au point où il devient difficile d'identifier les points de largage, il faut alors recourir à un système de référence spécifiant la portion du périmètre en cause et la localisation relative de la cible par rapport à la bordure du feu.

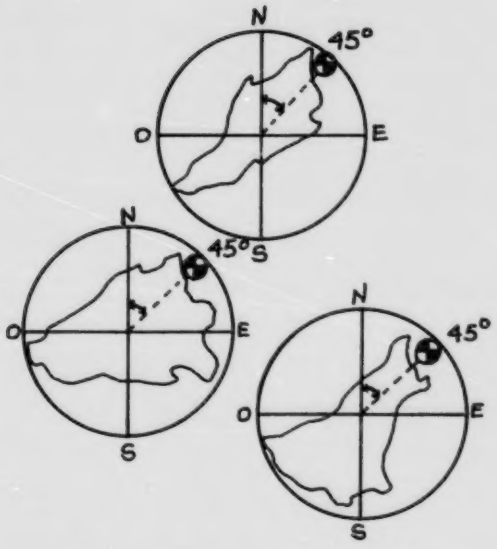
Pour informer les équipages d'avions-citernes de la localisation précise des cibles, l'aéropointeur dispose de 4 méthodes d'identification.

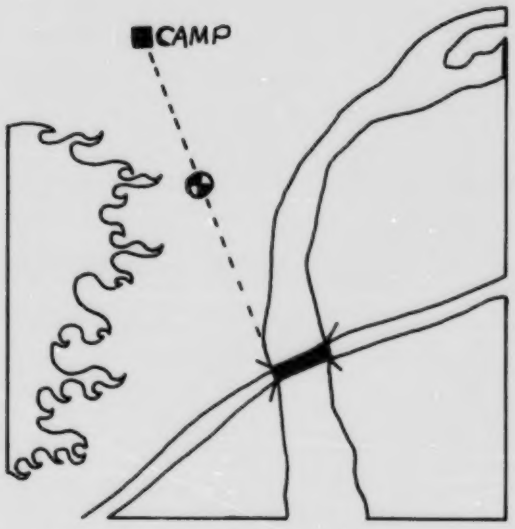
Les deux premières méthodes sont employées sur un feu de forme régulière et de faible dimension, soit d'une superficie inférieure à 25 acres. Ce sont les méthodes du cercle azimutal et des points de repère.

- La méthode du *cercle azimutal*: pour appliquer cette méthode, on projette d'abord sur le terrain un cercle azimutal centré sur le foyer d'incendie, orienté vers le nord géographique et dont la circonférence englobe l'ensemble du périmètre de l'incendie. On isole ensuite un point précis de la bordure du feu grâce à son azimut géographique, lequel est mesuré à partir du centre du cercle imaginaire. Les trois exemples montrés à la figure 83 illustrent un point de largage ayant un azimut de 45^{o}.
- La méthode des *points de repère*: lorsqu'il existe des points de repère facilement identifiables à partir du sol et du haut des airs, ceux-ci peuvent être utilisés avantageusement. Un promontoire rocheux, un marécage, un chemin forestier, une tour d'observation, une charge teintée ou un camp constituent autant de repères valables. La cible indiquée à la figure 83 peut être décrite de la façon suivante: cible située à mi-chemin entre le pont et le camp.

Les deux autres méthodes d'indication des endroits d'arrosage servent principalement lorsque le combat d'un feu d'envergure se poursuit pendant plus d'une journée. Le chef de lutte a alors le temps de remettre aux équipages des avions-citernes une copie d'une carte montrant le croquis de l'incendie; il doit prendre soin de corriger ce croquis à mesure que le feu progresse, ou du moins une fois par jour. Ces deux autres méthodes sont celle du quadrillage et celle des secteurs.

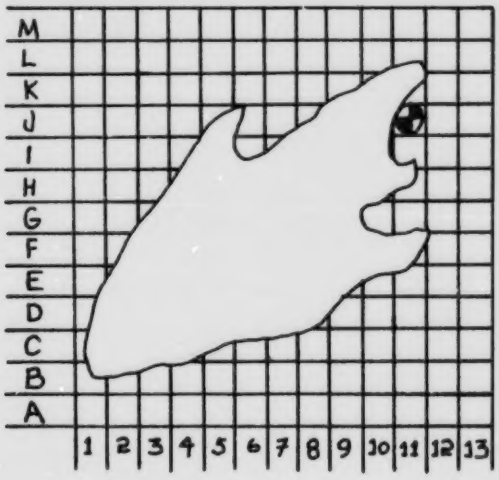
- La méthode du *quadrillage*: sur une carte à grande échelle, on dessine le contour de l'incendie et on y superpose un quadrillage dont chacun des carrés indique un point d'arrosage; ils sont identifiés par une lettre en ordonnée et par un chiffre en abscisse, soit par exemple le point J-11 (figure 84). Plus les carreaux seront petits et plus grande sera l'échelle de la carte, meilleure sera la précision obtenue dans la localisation d'une cible.

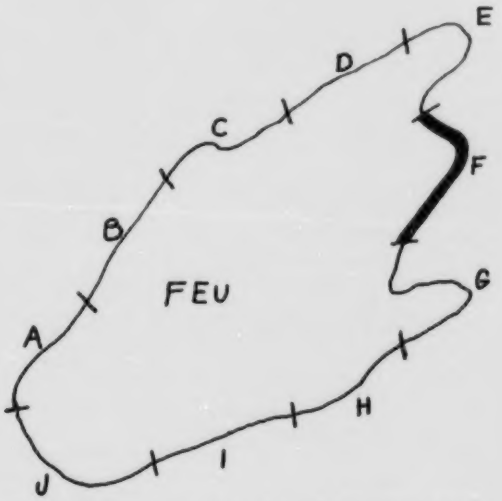




A) MÉTHODE DU CERCLE AZIMUTAL B) MÉTHODE DES POINTS DE REPÈRE

FIGURE 83 IDENTIFICATION DES POINTS D'ATTAQUE (FEU DE MOINS DE 25 ACRES)





A) MÉTHODE DU QUADRILLAGE B) MÉTHODE DES SECTEURS

FIGURE 84 IDENTIFICATION DES POINTS D'ATTAQUE (FEU DE PLUS DE 25 ACRES)

- La méthode des *secteurs*: au lieu de quadriller la carte ou le croquis utilisé, on subdivise simplement le périmètre de l'incendie en secteurs identifiés par une lettre ou par un chiffre. Si les secteurs retenus sont petits, la localisation des cibles peut alors devenir plus précise.

Mentionnons qu'il est aussi possible de recourir à de signaux terrestres constitués par des bandes bien visibles ou par des dispositifs fumigènes. L'usage de ces méthodes est recommandé lorsqu'on veut obtenir un arrosage de plus grande précision.

Si ces difficultés de communication surviennent entre les avions-citernes et l'avion de pointage ou si l'identification d'une cible s'avère particulièrement difficile, l'aéropointeur peut quand même émettre ses directives, mais en ayant recours à des techniques différentes. La première méthode consiste à effectuer une attaque simulée au moyen de l'avion de pointage et à " marquer de l'aile " la localisation de la cible; il faut alors que l'équipage du bombardier soit en position pour observer cette démonstration. La deuxième méthode exige au préalable l'orientation précise de l'axe d'attaque; l'avion de pointage peut soit précéder l'avion-citerne sur le même parcours d'attaque ou soit emprunter un axe parallèle. La position de la cible est donnée par un signal de l'aile, par un signal fumigène ou encore, si la transmission de messages est possible, par l'émission d'un message radio.

Avec la méthode d'attaque indirecte, l'identification des cibles présente parfois des difficultés du fait qu'il faille travailler à une certaine distance de la bordure du feu. Comme il importe de donner une certaine idée de l'éloignement de la cible par rapport au feu et comme il n'est pas pratique d'employer des mesures linéaires exprimées en pieds, les distances doivent être évaluées par relation. L'envergure de l'aile d'un avion-citerne qui évolue juste au-dessus des arbres constitue un excellent système de référence pour l'aéropointeur placé à une altitude plus élevée. L'éloignement latéral d'une cible de la bordure du feu peut également être exprimé par rapport à des éléments physiques, comme la largeur d'un lac ou du feu lui-même. Notons enfin que si les

charges sont colorées, il est plus facile de s'y référer pour identifier les cibles lors de chaque largage.

L'identification précise d'une cible par l'équipage d'un avion-citerne peut poser des problèmes quand les flammes ne sont pas visibles directement. Pour permettre un arrosage de précision, il est indispensable que l'approche, la visée et le largage s'effectuent à partir de points de référence fiables. L'épaisseur du couvert forestier et l'angle d'échappement de la fumée induisent souvent les pilotes en erreur; en présumant que le feu se situe juste en-dessous du point d'émergence de la fumée ou en attendant que la cible se précise à travers le couvert, on risque souvent de larguer la charge ailleurs qu'à l'endroit désiré.

8) Direction de l'attaque en fonction du vent

La majorité des attaques réalisées par des avions-citernes sont faites dans le même sens que le vent ou avec des vents de côté. La direction du vent est un facteur particulièrement important à considérer du fait qu'elle influence de beaucoup le rendement des opérations d'arrosage. Le vent a pour effet de déplacer l'ensemble de la charge larguée à côté de l'endroit visé, à moins qu'il ne soit tenu compte de cette influence lors du choix de l'axe d'attaque et du point de largage.

Règle générale, il y a avantage à attaquer la tête d'un incendie avec un vent de côté, car la charge est alors répandue sur une ligne parallèle à la bordure du feu et la visibilité du pilote n'est pas obstruée sérieusement par la fumée (figure 85). C'est toutefois avec cette méthode que l'on déplore un déplacement latéral de la charge.

Les largages effectués dans la même direction que le vent ont tendance à se disperser plus rapidement et de façon plus accentuée dans le sens de la longueur parce que le vent entraîne les fines gouttelettes d'eau vers l'avant. Sous l'action d'un vent de côté, la charge déversée tend plutôt à s'éloigner de la bordure du feu, ce qui constitue parfois un phénomène souhaitable.

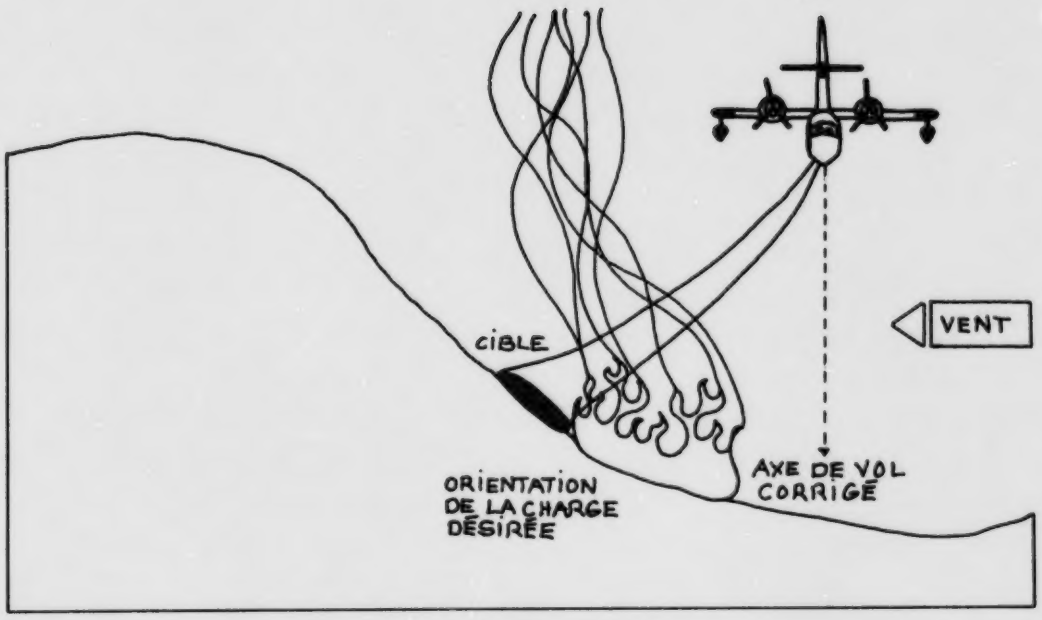


FIGURE 85 CORRECTION D'AXE POUR UN VENT DE CÔTÉ

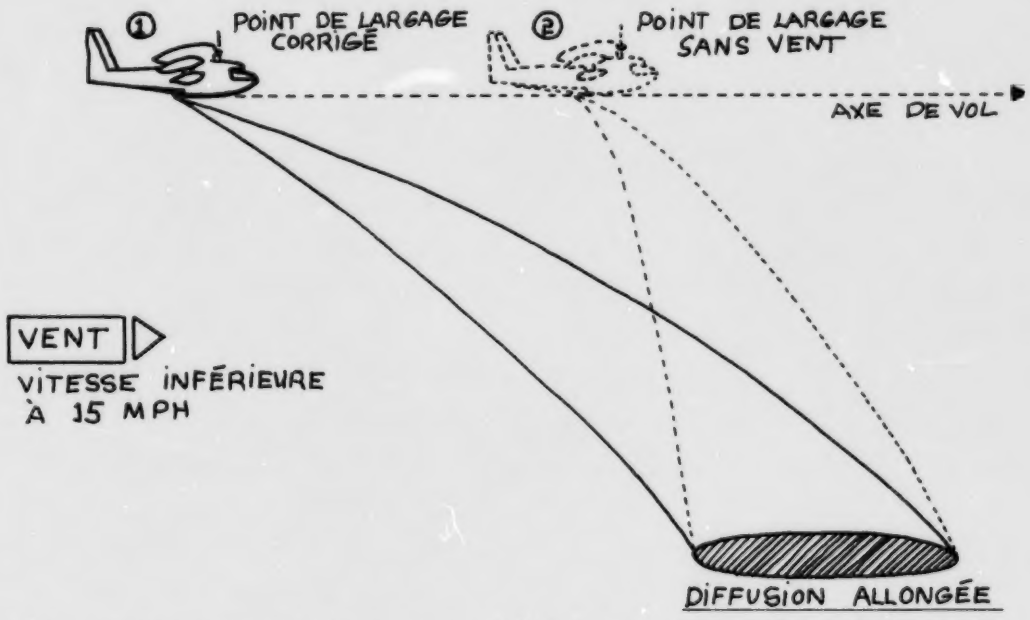


FIGURE 86 CORRECTION DU POINT DE LARGAGE POUR UN VENT ARRIÈRE

Lorsqu'un plan d'écopage est situé à proximité d'un incendie, l'arrosage effectué dans la direction du vent permet d'obtenir des intervalles de largage relativement courts. En effet, l'avion-citerne n'a qu'à effectuer un virage de 180° après l'arrosage pour procéder au remplissage sous le vent, et à charge (figure 87). Avec cette méthode, les pertes de temps occasionnées par les manoeuvres d'approche sont réduites au minimum.

Quand le vent atteint une vitesse appréciable, l'équipage d'un avion-citerne doit nécessairement apporter des correctifs à sa technique de largage. Par exemple, dans une situation comportant un vent arrière, dont la vitesse serait supérieure à 15 mph, l'arrosage ne devrait pas être tenté, à cause de sa faible précision et des risques qu'il entraîne. Pour sa part, un vent de face ne pose pas tellement de problèmes, tant au niveau des conditions de pilotage que de la précision de l'arrosage; en effet, la charge reste plus compacte, mais elle doit être larguée une fraction de seconde plus tard que la normale, soit à peu près au moment où l'avion est sur le point de survoler la cible.

Les corrections de trajectoires rendues nécessaires avec un vent de côté peuvent être grandement facilitées en observant comment la fumée se dégage de l'incendie. Il est bon cependant de retenir que les courants d'air latéraux ne sont pas uniquement dus au vent; l'appel d'air par le feu ainsi que les turbulences locales peuvent également nécessiter des corrections à l'axe de vol, du moins si l'on veut s'assurer que la charge s'étende au bon endroit par rapport à la bordure de l'incendie. Mentionnons que le largage de retardateurs à la tête d'un incendie demande des corrections moins précises qu'à l'arrière. Dans le premier cas, le vent ne fait que déplacer la charge un peu plus à l'extérieur de la bordure du feu, où elle s'avère encore utile. Dans le deuxième cas, le vent peut pousser la charge à l'intérieur du feu où son utilité est alors très minime.

En terminant, précisons que la décision finale quant au choix de la direction de l'attaque en présence de vent revient toujours à l'équipage de l'avion-citerne. Celui-ci doit également évaluer les

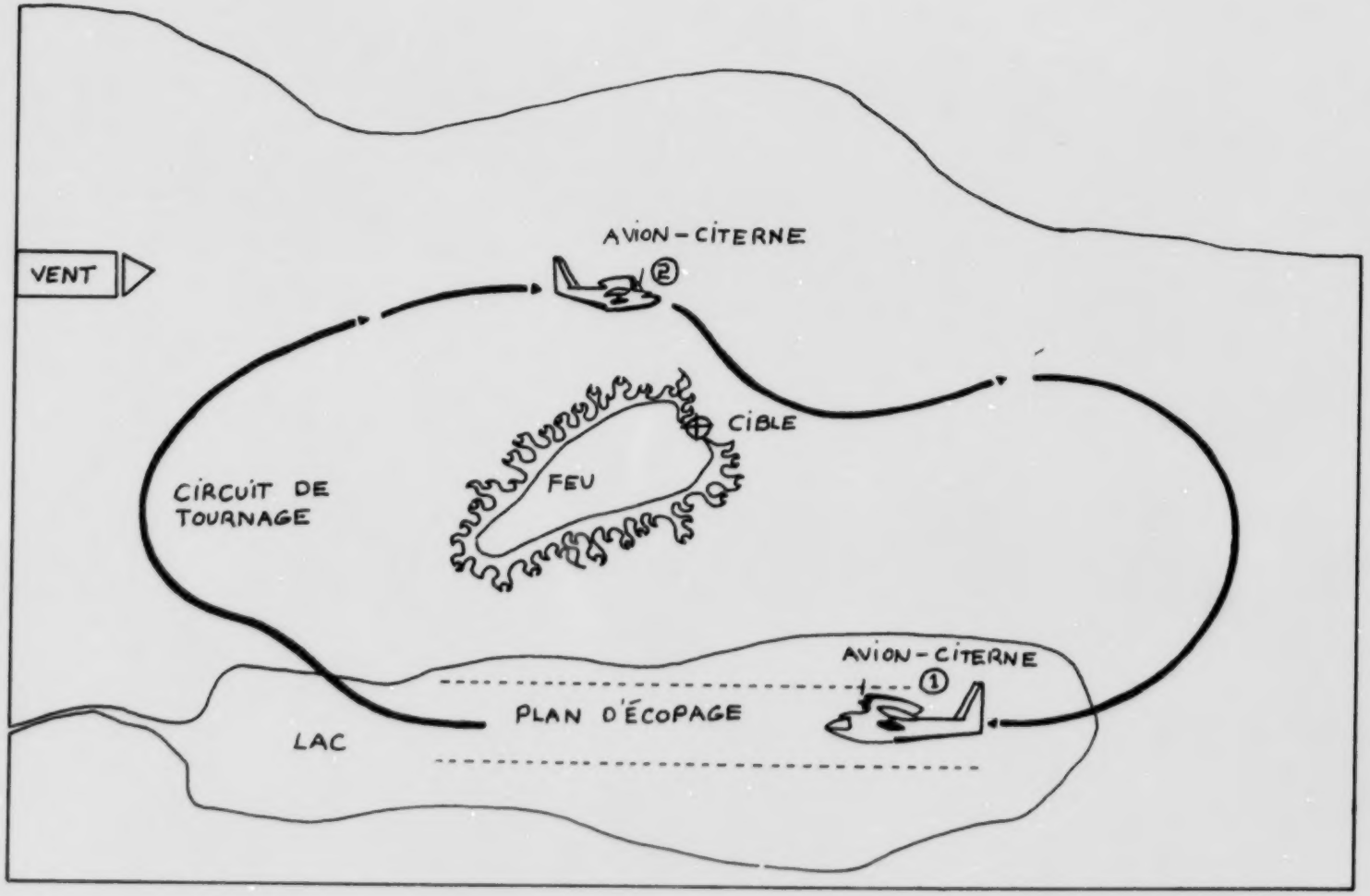


FIGURE 87 LE CIRCUIT D'ATTAQUE ET D'ÉCOPAGE CLASSIQUE

conditions météorologiques, la topographie, la visibilité, l'état des voies de sortie et les caractéristiques de vol de l'appareil.

9) Orientation de l'attaque aérienne

Il n'est pas tout d'indiquer la localisation précise des cibles à arroser et de tenir compte de la direction du vent pour que la dispersion d'une charge soit conforme aux volontés de l'aéropointeur. Etant donné que le liquide largué se répand sur le sol en adoptant une configuration elliptique, il y a avantage à orienter correctement l'axe de vol dans le but d'améliorer le rendement global de l'arrosage ou l'utilité relative d'un largage peu précis.

L'attaque aérienne classique est habituellement dirigée à la tête de l'incendie, puis elle se déplace le long de ses flancs. Le circuit d'attaque traditionnel peut donc être, soit perpendiculaire à la ligne de progression du feu, soit parallèle à ses côtés. Dans plusieurs cas cependant, les conditions du feu et de la visibilité ne permettront pas d'effectuer l'attaque classique et l'arrosage aérien devra quand même être orienté avec précision, de façon à circonscrire graduellement l'incendie. Il importe donc de connaître les différentes méthodes permettant à l'aéropointeur d'indiquer correctement l'orientation et le sens de l'attaque désirée.

Avant de décrire les techniques utilisées pour orienter un circuit d'attaque, il convient de traiter brièvement de l'orientation des axes de vol lors d'une intervention initiale ou lors de l'arrosage de petits feux dont la superficie inférieure à un quart d'acre, est entièrement arrosée par une même charge. On distingue essentiellement deux types d'orientation des circuits d'attaque, soit les orientations multiple et unique.

Lorsque les conditions de visibilité et de topographie le permettent, il y a avantage à larguer la charge directement sur le foyer d'incendie, mais dans deux directions différentes ou plus. Les *orientations multiples* du circuit d'attaque (figure 88) visent à arroser les

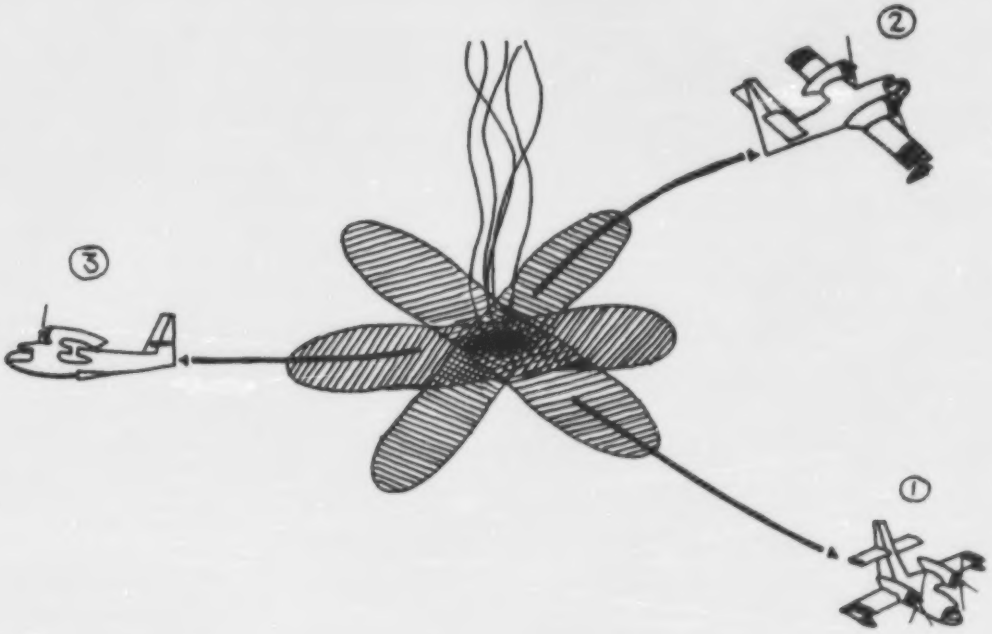


FIGURE 88 ATTAQUE À ORIENTATIONS MULTIPLES

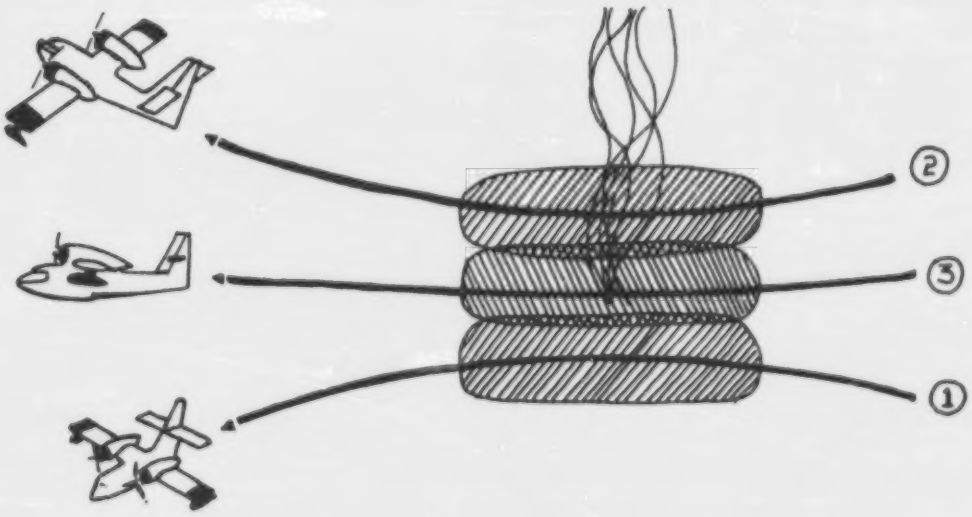


FIGURE 89 ATTAQUE À ORIENTATION UNIQUE

combustibles de différents côtés et ainsi, à augmenter l'efficacité des retardateurs appliqués.

Il arrivera souvent que des conditions de topographie ou autres inconvénients ne permettront l'attaque aérienne que dans une seule direction. Dans une attaque à *orientation unique*, il est nécessaire toutefois d'effectuer au moins deux ou trois largages afin d'obtenir un résultat acceptable, à moins évidemment d'employer des produits de retardement à long terme.

L'indication de l'orientation des axes d'attaque sur les feux d'importance n'est pas tellement plus difficile à faire. Pour y arriver, on peut utiliser l'une des 6 méthodes reconnues:

- La méthode de *référence au feu* consiste à indiquer une orientation perpendiculaire à un voile de fumée ou parallèle à une portion du périmètre du feu.
- La méthode de *référence aux points cardinaux* fournit une précision qui peut s'ajouter aux indications précédentes. Elle permet d'identifier un côté de l'incendie ou le sens de l'attaque.
- La méthode de *l'horloge* en est une d'application très simple. Elle consiste à projeter sur le terrain une horloge imaginaire dont le centre est constitué par l'incendie. Le chiffre 12 est orienté d'après le soleil ou autre point de repère. L'axe d'arrosage désiré est identifié à partir de l'un des chiffres de l'horloge.
- La méthode de *référence à la physionomie du terrain* permet d'indiquer l'orientation du vol par rapport à l'orientation d'un lac, d'une rivière, d'une crête, d'une vallée, etc.
- La méthode de *référence aux arrosages antérieurs* peut servir pour indiquer à la fois la localisation de la cible et l'orientation de l'attaque. Il faut cependant qu'un colorant soit rajouté au produit de retardement employé afin que les charges larguées puissent être visibles.
- La méthode de *référence aux aires de coupe* permet de recourir aux

nombreux signes laissés sur le terrain après une exploitation forestière, tels les chemins, les sentiers de débusquage, les périmètres des parterres de coupe, etc.

Lorsqu'il est vraiment impossible d'émettre des directives verbales aux équipages d'avions-citernes quant à l'orientation de leur axe de vol, soit à cause de l'absence de communications ou de l'existence d'une situation très complexe, l'avion de pointage lui-même peut être utilisé à cette fin. Il s'agit d'une technique d'orientation à n'utiliser qu'en dernier ressort car elle entraîne des pertes de temps appréciables. Après avoir décrit un vol orbital à environ un demi-mille de l'incendie, dans le but de permettre à l'équipage de l'avion-citerne d'observer ses manoeuvres et de s'orienter en conséquence, l'avion de pointage effectue une attaque simulée. Il est suivi à distance par le bombardier qui emprunte le même circuit, mais à une altitude légèrement supérieure.

La plupart des techniques d'orientation décrites précédemment avaient pour objet un vol parallèle à un terrain plat. Il convient de préciser qu'il existe trois autres types d'approches qui peuvent être commandés pour l'arrosage, soit le vol en piqué, le virage incliné et l'arrosage en sous-pente. Comme il fournit une meilleure visibilité, le *vol en piqué* est tout indiqué lorsque le terrain est vallonné. En larguant plus haut que la bordure du feu, on peut alors obtenir un effet de glissement de la charge vers le feu. Si la topographie est très accidentée, le *virage incliné* constitue la meilleure technique à employer sur les flancs de montagne; l'impact de la charge est supérieur et on obtient aussi une meilleure dispersion à la condition toutefois que l'axe circulaire soit bien orienté. Enfin, on distingue la technique d'*arrosage en sous-pente* dont l'application ne concerne que les cibles localisées sur les sommets de montagne; l'avion-citerne effectue alors un léger mouvement de piqué, largue sa charge, puis reprend de l'altitude.

10) Utilisation de retardateurs

Les retardateurs sont des substances qui réduisent l'inflammabilité des combustibles par une action chimique ou physique, ralentissant ainsi la vitesse du processus de combustion. En d'autres termes,

l'application de ces produits permet de modérer le taux de progression de la bordure d'un incendie. Avec les avions-citernes, on utilise présentement deux grandes catégories de retardateurs, soit ceux à court terme et ceux à long terme.

Les *retardateurs à court terme*, décrits dans le chapitre précédent, regroupent les solutions qui emploient l'eau comme agent de retardement et qui comprennent un additif pour agir comme élément porteur et pour réduire l'évaporation. Lorsqu'un arrosage est effectué avec de l'eau pure, l'effet de refroidissement persiste aussi longtemps que l'eau demeure sur les combustibles. En raison de son effet temporaire, l'arrosage avec de l'eau nécessite donc une action continue jusqu'à ce que le feu soit maîtrisé ou que les combattants terrestres aient pris la situation en main.

Les gels constituent la seule catégorie de retardateurs à court terme employés dans l'arrosage aérien. Ils ont l'avantage d'être moins soumis à l'érosion lorsqu'ils sont largués à partir d'un avion-citerne; la concentration de la charge au sol est donc beaucoup plus grande. Les produits de retardement à court terme utilisés par les avions-citernes pour former un gel sont le Bentonite, le Gel-Guard et le Tenogum.

Les *retardateurs à long terme* sont pour leur part des substances chimiques qui ralentissent ou arrêtent le processus de combustion. L'action de ces produits est tout aussi complexe que le phénomène de la combustion. Pour expliquer leurs effets, mentionnons brièvement que les retardateurs à long terme influencent la distillation des substances contenues dans le bois, privent les combustibles d'oxygène en les enveloppant d'une substance ignifuge et diluent les gaz inflammables produits par la combustion avec des gaz ininflammables.

Les substances chimiques employées comme produit de retardement à long terme dans les opérations d'arrosage aérien sont toujours déversées en solution aqueuse. En plus de leurs propriétés chimiques, ces produits augmentent également la viscosité de l'eau, agissant alors

comme agent porteur. Toutefois, à l'encontre des retardateurs à court terme, leur action persiste même si toute l'eau s'est évaporée. Les principaux retardateurs à long terme utilisés dans les arrosages aériens, particulièrement lors d'attaques initiales, sont le Fire-Trol et le Phos-Check.

L'utilisation de retardateurs exige nécessairement des installations de mélange pour préparer les solutions aqueuses. Ces dispositifs peuvent parfois être placés à bord des avions-citernes et le mélange s'effectue alors au moment du remplissage des réservoirs par écopage. Dans la majorité des cas cependant, ces installations se retrouvent dans des aéroports spécialement équipés. Les principaux aménagements nécessaires comprennent un entrepôt ou un réservoir pour les produits chimiques, des citernes pour l'eau et les solutions préparées, un appareil mélangeur, des instruments de mesure, des pompes de circulation et enfin, un système de canalisation pour remplir les avions-citernes. Il ne faut pas oublier non plus de prévoir une source d'eau abondante et des boyaux pour laver les appareils.

Il est opportun de souligner que les différents types de retardateurs disponibles ne doivent pas être utilisés à tort et à travers. Les produits chimiques de base sont dispendieux et chaque agent de retardement comporte des avantages et des inconvénients. L'eau pure possède une grande facilité de pénétration à travers le couvert forestier, alors que l'eau mouillée pénètre mieux dans l'humus ou la litière. Les retardateurs à long terme sont généralement préférables pour combattre les feux de forte intensité qui progressent dans des combustibles grossiers, alors que ceux à court terme offrent un meilleur rendement sur des feux de faible intensité, brûlant dans des combustibles légers. Il est d'usage d'ajouter une teinture aux produits chimiques afin de rendre visible la charge déversée sur les combustibles et faciliter l'identification des cibles et l'orientation des axes d'attaque.

9.2.5 Organisation des opérations de lutte aérienne

Pour assurer le succès des opérations de lutte aérienne au moyen d'avions-citernes, il est indispensable d'organiser ces actions sur une base rationnelle. Les avions-citernes sont reconnus comme étant des instruments de combat très efficaces, mais à condition d'être employés avec habileté et au moment opportun; à cause de leur coût d'utilisation élevé, ils doivent nécessairement être employés avec jugement et discernement.

Le chef de lutte devrait donc apprendre à distinguer les situations où l'usage stratégique d'avions-citernes apporte une contribution maximale à l'effort de lutte déployé, compte tenu des facteurs temps, éloignement du feu, disponibilité des combattants terrestres, dimension et potentiel de l'incendie, conditions météorologiques, topographie, etc.

L'organisation des opérations de lutte aérienne est une chose assez simple pour le chef de lutte. De façon générale, son rôle se résume à réquisitionner un ou plusieurs avions-citernes, à adapter sa stratégie de lutte en conséquence, à prévoir l'assistance d'un avion de pointage et à établir un réseau de communication.

1) Réquisition d'un avion-citerne

Avant de réquisitionner les services d'un ou de plusieurs avions-citernes, l'officier de protection des forêts ou le chef de lutte devrait évaluer consciencieusement ses besoins réels en support aérien à la lumière des ressources dont il dispose. A cette occasion, il devrait se rappeler que la lutte aérienne est plus efficace quand le feu est petit et que le temps est un facteur toujours primordial. Sa décision devrait donc être prise assez rapidement pour que les conditions soient favorables à d'éventuelles opérations d'arrosage aérien. Un avion-citerne n'arrive jamais trop tôt pour combattre un feu, mais il peut bien arriver trop tard.

Une fois prise la décision de recourir à l'avion-citerne, le chef de lutte doit se préoccuper de réquisitionner un appareil en utilisant les moyens de communication les plus rapides dont il dispose, tels que le téléphone, le téléscripteur (Télex ou TWX) ou la radio. Toutefois, cette procédure ne peut être entamée que par les personnes dûment autorisées par leur organisme. Toute demande pour obtenir l'intervention d'un avion-citerne doit être dirigée vers une base saisonnière ou vers le Centre de coordination situé à l'aéroport de Québec.

Le coordonnateur provincial ou le responsable local de l'affectation des appareils, autorisé à recevoir les demandes de renfort, exigera les renseignements dont il a besoin pour établir les priorités et pour informer les équipages de bombardiers des caractéristiques de l'incendie à combattre. Une demande d'avion-citerne devrait normalement spécifier la localisation du feu d'après le système de quadrillage et certains points de repère, le stade de développement de l'incendie, les caractéristiques de la végétation, les conditions météorologiques, le type d'intervention désiré (attaque initiale ou support aérien), le nom du chef local des opérations aériennes, le nom et la position du chef de lutte, ainsi que les moyens de communication disponibles entre l'avion de pointage et les équipes terrestres.

Lorsqu'il n'y a pas d'appareil disponible ou lorsque des priorités doivent être établies entre plus d'un incendie, l'expéditeur local, à l'échelle de sa région, ou le coordonnateur provincial, à l'échelle du Québec, pourraient se trouver dans l'impossibilité de prendre une décision valable avec les seuls renseignements dont ils disposent. Il peut alors s'avérer nécessaire d'attendre le rapport de l'aéropointeur avant d'affecter un appareil ou encore, de consulter les personnes impliquées sur la possibilité de retirer un avion-citerne d'un endroit donné, pour l'acheminer vers un feu se développant dans des conditions plus dangereuses. Dans ces circonstances, les retards d'expédition s'ajoutent aux délais normaux constatés entre la réquisition et l'arrosage effectif, délais causés par la préparation de l'équipage, le démarrage des moteurs et l'envol, le déplacement jusqu'au feu, la recherche d'un plan d'écopage, l'approche du plan d'eau, le remplissage et enfin, le retour au feu et l'étude du circuit d'attaque.

2) Adaptation de la stratégie de lutte

En procédant à l'analyse de l'incendie, le chef de lutte se doit d'étudier sérieusement la participation de l'avion-citerne à la réalisation des objectifs de la lutte. Il doit particulièrement intégrer les actions terrestres et aériennes d'une façon optimale en désignant, dans le plan d'attaque, les endroits qui seront soumis à l'arrosage par les avions-citernes et les techniques qui seront appliquées.

Si l'avion de pointage et les avions-citernes arrivent sur les lieux de l'incendie avant les combattants terrestres, nous verrons plus loin que c'est l'aéropointeur qui prend charge des opérations aériennes et qui décide de la stratégie à adopter. Lorsque les équipes de terre précèdent l'intervention aérienne, le chef de lutte peut déléguer à l'aéropointeur l'autorité pour agir indépendamment, une fois défini clairement le travail à réaliser. Dans certaines conditions, le chef de lutte peut cependant préférer diriger lui-même les opérations aériennes en utilisant l'aéropointeur comme intermédiaire.

Le chef de lutte doit comprendre que la situation se présente de façon toute différente du haut des airs; les directives données à l'aéropointeur doivent donc tenir compte de cette particularité, sans quoi on risque de gaspiller quelques charges précieuses.

Il faut toujours se rappeler que la coordination des actions aériennes et terrestres requièrent d'excellentes communications, une description précise des cibles au moyen de points de repère très visibles d'un avion et surtout, une bonne compréhension du travail désiré. Une fois que le chef de lutte a pris ses dispositions, il ne lui reste plus qu'à veiller à la sécurité des combattants, faire rapport sur la précision et sur l'efficacité de l'arrosage et enfin, commander l'interruption de la lutte aérienne quand les objectifs poursuivis ont été réalisés.

3) Rôle de l'avion de pointage

Les coûts horaires de location de plus en plus élevés des avions-citernes et la nécessité d'obtenir le meilleur rendement possible des périodes d'utilisation de ces appareils ont fait naître le besoin d'un avion de pointage. En effet, il n'était plus possible de faire travailler des aéronefs de la taille du CL-215, sans s'assurer que chaque opération de largage soit réalisée dans les conditions les plus avantageuses.

L'avion de pointage constitue essentiellement un guide volant dont la tâche principale est de diriger l'action des avions-citernes travaillant à l'extinction d'un feu de forêt, en vue d'en augmenter l'efficacité. L'aéropointeur qui prend place dans cet avion doit être expérimenté, rompu aux techniques de la lutte aérienne contre le feu, au courant des méthodes terrestres de combat des incendies et capable de supporter de longues heures de vol.

Le rôle de l'aéropointeur consiste principalement à explorer le territoire incendié, à rechercher les endroits où les largages pourraient être effectués, à évaluer les dangers qui menacent les avions-citernes et, en collaboration étroite avec les forces terrestres, à déterminer le travail à exécuter. L'avion de pointage doit normalement précéder les avions-citernes sur les lieux d'un incendie, afin de préparer leur travail et leur permettre de procéder à l'attaque dès leur arrivée; en son absence, l'équipage de l'avion-citerne peut tenter d'entrer en contact avec les combattants au sol afin de recevoir des directives d'arrosage. A défaut d'interlocuteur, l'équipage peut procéder à l'arrosage au meilleur de sa connaissance, non sans avoir au préalable examiné sérieusement la situation.

Toutes les directives émises à l'intention des pilotes des avions-citernes doivent être transmises par l'intermédiaire de l'aéropointeur. Les possibilités de confusion ou de mauvaise compréhension des instructions sont ainsi réduites au minimum et la sécurité aérienne est accrue considérablement. Ceci est particulièrement vrai lorsque plus d'un appareil travaillent simultanément sur un même feu.

Grâce au concours de l'avion de pointage, les équipages d'avions-citernes n'ont pas à avoir une expérience aussi prolongée du combat des feux; ils sont ainsi libérés de toutes responsabilités, sauf celle de piloter leur avion et de livrer leur cargaison au point voulu. De façon générale, ils devraient donc attendre les ordres de l'aéropointeur avant de larguer leur charge. L'aéropointeur peut évaluer de façon objective l'habileté des pilotes d'avions-citernes, car il est en meilleure position qu'eux pour déterminer la précision des largages; s'il constate le moindre problème, il peut corriger l'action des avions-citernes en informant adéquatement leurs équipages des dispositions à prendre.

L'aéropointeur prend normalement charge des opérations aériennes aussitôt que les avions-citernes ont été effectés à un incendie particulier par un responsable local. Comme il atteint les lieux du feu avant l'arrivée des avions-citernes, ces derniers doivent se rapporter à lui au moins 5 milles avant de parvenir à destination. Si l'aéropointeur connaît l'heure d'arrivée des bombardiers, il peut plus facilement planifier le travail d'arrosage en qualité de responsable de l'action et de l'efficacité des avions-citernes. Une fois rendu en position au-dessus du feu, il a l'autorité de confirmer ou d'annuler la demande d'avion-citerne si la situation n'en justifie pas la nécessité et également, de décider quand l'arrosage doit commencer et se terminer, le tout en consultation étroite avec le chef de lutte, envers qui il agit comme conseiller spécialisé. Chaque cible doit être identifiée clairement avant que les avions-citernes n'entrent en action et, s'il y a lieu, l'avion de pointage recherchera le meilleur circuit d'attaque.

L'aéropointeur doit s'entendre avec les équipages des avions-citernes et ceux des autres aéronefs, de même qu'avec le chef de lutte pour l'application des mesures sécuritaires concernant la circulation aérienne et l'arrosage. Même si certains messages transmis par radio ne sont pas destinés à tous les équipages, ces derniers devraient quand même en prendre connaissance de façon à avoir une image complète de ce qui se passe.

La séparation verticale des divers aéronefs est particulièrement importante. De façon à assurer la calibration uniforme des altimètres, chaque pilote devrait ajuster son instrument en utilisant la lecture barométrique de l'avion de pointage. Une fois cet ajustement réalisé, l'aéropointeur peut alors allouer des altitudes d'opération distantes d'au moins 500 pieds, aux divers aéronefs participant à la lutte. L'avion de pointage se tiendra autant que possible sur le circuit orbital qui convient le mieux à sa mission, volant dans le sens des aiguilles d'une montre, à une altitude variant entre 1,000 et 1,500 pieds au-dessus du niveau du sol. S'il doit changer de position, il en avertit les autres aéronefs. Quant à la séparation horizontale des bombardiers, elle doit être laissée à la discrétion des pilotes.

En vol orbital, tous les aéronefs devraient éviter d'utiliser par mégarde un circuit de détresse employé par l'aviation militaire. Il s'agit d'un tracé triangulaire réalisé à haute altitude, dont les côtés représentent chacun un vol de deux minutes effectué dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire, selon que l'appareil est muni ou non d'un radio récepteur. Le circuit orbital idéal pour l'attente varie nécessairement d'après les conditions du vent et du terrain. Il doit se faire dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et un peu à l'écart de l'incendie. La dimension de l'orbite dépend de la vitesse de l'appareil.

L'aéropointeur se doit d'aviser le chef de lutte de tout changement majeur observé dans le comportement de l'incendie et qui est susceptible d'affecter le travail des avions-citernes. Il doit également informer le responsable local du succès ou de l'échec d'une attaque, ainsi que de la décision d'interrompre l'arrosage, afin de lui permettre de mieux planifier le mouvement des avions-citernes dans le territoire qu'il contrôle.

Dans certaines circonstances, les services de l'aéropointeur pourront être requis sur les lieux d'un autre incendie. Avant de se rendre à ce nouveau théâtre d'opération, il devra informer le chef de lutte de son départ et s'assurer de la continuation des travaux confiés

aux avions-citernes. Une fois que la nouvelle situation aura été évaluée, l'aéropointeur pourra établir des priorités en collaboration avec le responsable local et décider de retirer ou non les avions-citernes du premier incendie.

Dans les 24 heures qui suivent le retour d'une mission d'arrosage aérien, l'aéropointeur doit organiser une table ronde en vue de discuter les résultats de l'intervention aérienne. La séance d'évaluation est dirigée par un représentant de l'organisme de protection et regroupe les équipages d'avions-citernes et, si possible, le chef de lutte. Elle permet de mesurer l'efficacité de l'arrosage aérien et d'améliorer l'application des techniques de bombardement du feu.

Même si la chose existe pour les équipages d'avions-citernes, il n'y a pas pour les aéropointeurs de règle formelle quant à leurs périodes de repos. On devra quand même prévoir à leur intention des temps de relâche car leur travail entraîne une grande fatigue et provoque une forte tension psychique. Une même personne ne peut assumer d'aussi lourdes responsabilités pendant de si longues heures d'affilée, sans que son rendement n'en soit affecté.

4) Communications air-air et air-sol

On ne pourra jamais trop insister sur le fait qu'un avion-citerne ne saurait être utilisé efficacement sans communications adéquates avec les différentes unités de combat. La qualité des communications, plus que tout autre facteur, influence les résultats des opérations d'arrosage aérien. En effet, l'avion-citerne ne constitue qu'un des éléments utilisé pour la lutte contre les incendies et son action doit être coordonnée avec celle des autres unités d'intervention. Sans de bonnes communications, il devient impossible de diriger ou de contrôler le mouvement des avions-citernes et même d'informer leurs équipages de la précision, de la progression et de l'efficacité de leurs largages.

L'établissement de communications adéquates ne signifie pas nécessairement que l'équipage d'un avion-citerne doit être en contact

direct avec les équipes de combat terrestres. Cette chose pourrait même, à l'occasion, s'avérer très néfaste si les interlocuteurs au sol n'avaient pas la compétence, ni l'expérience requises pour effecteur ce genre de travail. La solution idéale aux problèmes de communications réside dans l'utilisation d'un intermédiaire unique et spécialisé, soit l'aéropointeur.

Cette procédure permet de réduire l'encombrement des réseaux, élimine une source de confusion possible et assure que l'équipage d'un avion-citerne ne sera pas trop distrait pendant son travail. L'usage d'un tel agent de liaison contribue également à placer les bombardiers sous le contrôle d'un chef de lutte expérimenté. En effet, les combattants placés au sol ne peuvent pas toujours déterminer avec précision les conditions de l'incendie et ils sont souvent incapables de diriger l'action des avions-citernes, ce qui n'est pas le cas de l'aéropointeur qui est en mesure d'évaluer l'ensemble de la situation et de guider correctement les pilotes.

Les communications sont habituellement assurées par radio entre les avions-citernes et l'avion de pointage, ainsi qu'entre ce dernier et les équipes de combat terrestres. S'il s'avérait impossible de réaliser une liaison par radio, il y a toujours moyen d'employer des signaux visuels; ceux-ci ont été décrits précédemment. Il est fortement recommandé d'utiliser deux systèmes indépendants de communication en vue d'améliorer l'efficacité de la transmission des messages.

a) Communications entre l'avion de pointage et les avions-citernes

Le système de communication qui assure normalement le contact entre les bombardiers et l'avion de pointage utilise la fréquence V.H.F. (A.M.) 122.9 mc/s. Mentionnons également que l'équipage des avions-citernes se tient toujours à l'écoute sur la fréquence V.H.F. (A.M.) 129.6 mc/s; cette longueur d'onde est réservée au ministère des Transports du Québec. Si ces fréquences ne sont pas disponibles dans l'avion de pointage ou que des communications doivent être établies directement entre les combattants et les bombardiers, on pourra utiliser, par ordre d'importance, l'une ou l'autre des fréquences suivantes:

- S.S.B. (Bande latérale unique) : (avec les CL-215 seulement) n'importe laquelle fréquence, mais l'équipage doit en être informé.
- H.F. (A.M.) 3,365 ou autre fréquence indiquée
- F.M. 165.48 mc/s : Fréquence de combat des feux disponible sur Minipak et Motorola PT 300.

Dans les communications radiophoniques, on utilise normalement le langage courant. Les messages doivent cependant être brefs; chaque transmission ne doit renfermer qu'une seule idée à la fois pour éviter les mauvaises interprétations et les répétitions inutiles. Il y a avantage à bien articuler en énonçant son message et, pour une plus grande compréhension, à détacher chaque mot. Quand le vocabulaire aérien est utilisé, il ne faut pas hésiter à faire répéter les messages mal compris.

La personne qui est chargée d'assurer les communications avec les bombardiers doit prendre quelques précautions au cours de son travail. Même si l'appareil de radio installé dans l'avion-citerne est constamment ouvert, il n'est pas toujours possible, ni surtout opportun, de communiquer avec l'équipage et ce, pour les raisons suivantes:

- l'appel peut ne pas être entendu à cause de la trop faible altitude du bombardier;
- les fréquences V.H.F. (A.M.) 122.8 et 122.9 mc/s comportent beaucoup d'interférence à cause de leur forte utilisation près des tours de contrôle et par d'autres aéronefs;
- la vétusté des appareils de radio placés dans les avions de type Canso engendre beaucoup de statique, ce qui rend l'écoute très difficile à supporter pour l'équipage;
- les gros avions-citernes comportent un système d'intercommunication entre le capitaine et le co-pilote; ces deux personnes sont souvent occupées à s'échanger des renseignements et il leur est alors impossible de parler avec une autre personne en même temps.

L'aéropointeur ou tout autre interlocuteur autorisé devra donc s'abstenir de communiquer avec les équipages d'avions-citernes pendant les opérations d'écopage et de largage, les pilotes étant alors occupés à certaines manoeuvres délicates. Dans ce cas, il faut répéter l'appel à intervalles de deux minutes. Mentionnons ici que les communications établies par l'avion de pointage pour diriger les bombardiers doivent avoir priorité sur tous les réseaux utilisés.

A l'occasion, l'aéropointeur devra établir des communications avec d'autres aéronefs (hélicoptères, hydravions de transport, avion de journalistes, etc.), avec le point d'attache de l'avion qui le transporte (aéroport ou base d'hydravions), avec le quartier général de protection (surtout dans le cas où le chef de lutte ne peut être contacté directement par son Q.G.) ou encore, avec le Centre de coordination situé à l'aéroport de Québec. Pour ces communications, il faut se limiter à utiliser les systèmes conventionnels (figure 90) afin d'éviter l'encombrement des réseaux employés lors des opérations de combat.

b) Communications entre l'avion de pointage et les équipes au sol

Un système de communication indépendant servira à relier l'avion de pointage aux équipes de combat qui évoluent sur le sol. L'aéropointeur devra agir comme relais entre les combattants aériens et terrestres. Il utilisera, selon les circonstances, la fréquence locale de l'organisme de protection qui est responsable de la lutte contre les feux ou encore, ce qui serait préférable, la fréquence F.M. 165.48 mc/s, plus universelle.

9.2.6 Harmonisation des opérations aériennes et terrestres

Bien que l'utilisation de l'avion-citerne dans la lutte contre les feux de forêt s'avère une expérience très satisfaisante, elle n'apparaît pas cependant comme un remède à tous les problèmes d'extinction des feux et ne le deviendra probablement jamais. L'avion-citerne n'est vraiment un instrument de combat efficace que s'il est employé avec sagesse sur un feu approprié et au moment opportun. Il appert également que les combattants terrestres continuent d'être ceux qui éteignent

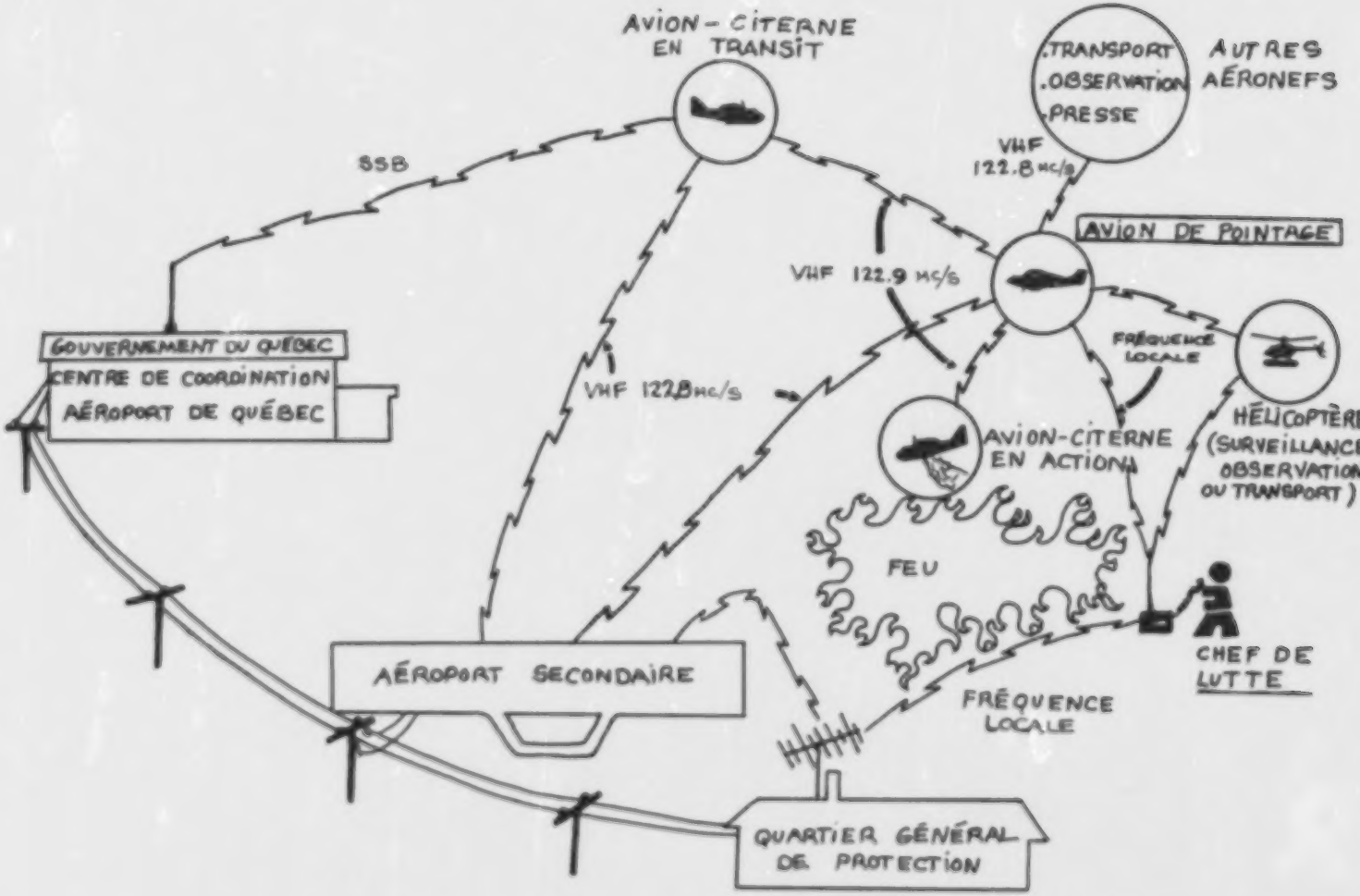


FIGURE 90 COMMUNICATIONS AIR-AIR ET AIR-SOL SUR UN FEU DE FORÊT

finalement les incendies avec des pelles, des bulldozers et des motopompes.

On conçoit facilement qu'il est impossible d'optimiser l'utilisation de l'avion-citerne sur un feu, sans aussi harmoniser ses actions avec les opérations terrestres. Pour faciliter cette tâche, il convient d'expliquer comment choisir les priorités de l'attaque aérienne en fonction de la stratégie adoptée au sol, de définir de façon précise les motifs justifiant l'interruption de l'arrosage et enfin, d'exposer l'organisation de la poursuite des efforts de lutte par les combattants terrestres.

1) Choix des priorités de l'attaque aérienne

L'utilisation des avions-citernes est limitée par un grand nombre de facteurs comme nous avons pu le voir précédemment. Si l'on désire obtenir la meilleure efficacité possible pour ces appareils, il faut nécessairement déterminer des priorités quant à leur affectation et quant au choix des points d'attaque.

De façon générale, on considère que la *première priorité* est d'attaquer un feu aussitôt que possible après sa découverte, car c'est alors qu'on a le plus de chances de le maîtriser. Le principal objectif de l'attaque initiale consiste à contenir le périmètre de l'incendie jusqu'à ce que les combattants terrestres puissent intervenir. L'extinction complète du foyer et la poursuite des arrosages après l'arrivée des forces conventionnelles doivent être considérées comme des actions exceptionnelles.

Dans certaines circonstances, il pourra s'avérer nécessaire de contenir la tête du feu seulement, plutôt que d'attaquer l'ensemble de son périmètre. Le choix du point d'attaque doit alors être fait par le chef de lutte, en collaboration avec l'aéropointeur. Ce dernier a donc besoin d'être bien informé sur la nature de l'action qui s'organise au sol.

La *seconde priorité* de l'arrosage doit être donnée aux interventions aériennes et terrestres combinées, effectuées sur des feux importants qui se propagent très vite et qui sont susceptibles de se développer en feux de cimes ou de donner naissance à des foyers disséminés. Une telle action requiert un chef de lutte compétent, d'excellentes communications air-sol et souvent même des signaux visuels pour assurer une coordination efficace des opérations et pour garantir la sécurité des différentes équipes de combattants. Les avions-citernes sont alors très efficaces pour arrêter les feux échappés, refroidir les points menaçants ou la bordure de l'incendie afin de permettre la construction d'une ligne d'arrêt et enfin, pour travailler en avant des équipes.

La *troisième priorité* concerne les actions réalisées sur les feux d'envergure dans le but de construire une ligne de suppression sommaire, en établissant un lien entre certaines barrières naturelles. Cette forme d'intervention constitue une méthode d'extinction très dispendieuse et souvent inefficace. C'est pourquoi on n'y aura recours qu'après avoir évalué soigneusement les ressources disponibles et prévu le rappel des avions-citernes aussitôt que leur action apparaîtra inutile.

L'établissement de lignes d'arrêt exige normalement l'emploi de retardateurs à long terme. Il faut donc que la végétation ait un couvert léger qui se prête bien à une telle opération et surtout, que l'incendie ne progresse pas trop rapidement. Si la ligne d'arrêt doit effectivement servir à arrêter le feu, on doit nécessairement prévoir sa consolidation par les forces terrestres.

2) Interruption de l'arrosage aérien

Les chefs de lutte ont parfois tendance à retenir plus que nécessaire les services d'avions-citernes, alors que leur utilité se fait marginale; il ne faut donc pas se surprendre que des charges soient alors complètement perdues ou que l'efficacité de l'arrosage diminue de façon appréciable. Cette situation est particulièrement déplorable lorsque, sans support aérien, les forces terrestres pourraient facilement venir à bout d'un feu et que la présence des avions-citernes est réclamée d'urgence ailleurs dans d'autres régions.

En collaboration avec l'aéropointeur, le chef de lutte devrait donc être capable de commander, au moment opportun, l'interruption temporaire ou définitive de l'arrosage aérien. Cette décision doit reposer sur un certain nombre de principes, issus des objectifs généralement poursuivis par l'attaque aérienne.

L'interruption temporaire de l'arrosage aérien s'avère nécessaire dans les circonstances suivantes:

- quand il faut refaire le plein en carburant ou quand l'équipage doit prendre son repos;
- quand il est mieux de permettre à l'équipage de se reposer en attendant des circonstances plus propices à l'attaque, plutôt que de lui faire perdre indûment du temps de vol;
- quand l'attaque initiale a permis de contenir l'incendie momentanément, mais que le chef de lutte prévoit que la situation pourrait se détériorer au cours des heures suivantes;
- quand le vent souffle trop fort au point de favoriser le développement de feux de cimes, d'empêcher les opérations d'écopage et de compromettre sérieusement la sécurité des avions-citernes et de leur équipage;
- quand tôt le matin, l'absence de fumée et de vent ne permet pas d'identifier correctement les cibles;
- quand des opérations terrestres ou aériennes doivent être exécutées en priorité par rapport à l'arrosage;
- quand l'absence ou la carence de combattants terrestres ne permet pas de tirer profit de l'effort fourni par les avions-citernes.

En arrêtant pour quelque temps les opérations d'arrosage, le chef de lutte peut demander à l'équipage d'un avion-citerne, soit d'attendre sur un circuit orbital, soit de se poser sur un lac situé à proximité ou soit encore, de retourner à sa base et de se tenir prêt à décoller à la moindre alerte. L'avion pourrait donc conserver sa charge jusqu'à la dernière minute dans l'éventualité où un objectif lui serait assigné pendant le trajet de retour.

L'interruption définitive de l'arrosage aérien se justifie pour sa part dans les situations suivantes:

- quand l'attaque aérienne initiale a permis de contenir l'incendie et que les équipes terrestres de combattants sont suffisantes pour le contenir et le maîtriser;
- quand l'équipage constate une défectuosité majeure de l'appareil qui requiert une réparation à la base principale;
- quand un point menaçant ou un doigt de l'incendie a été refroidi ou circonscrit et que les forces terrestres sont sur le point de le maîtriser;
- quand la vitesse de propagation du feu ou son intensité annulent complètement les effets de l'arrosage, au point que le support aérien est inefficace;
- quand les facteurs de sécurité aérienne se détériorent à cause d'un changement de conditions, tel qu'une forte turbulence, une mauvaise visibilité ou la proximité de lignes de transport d'énergie;
- quand un travail de combat, par exemple l'établissement d'une ligne d'arrêt, peut être fait à meilleur compte avec de l'équipement terrestre.

Sur les feux de grande envergure, il peut parfois s'avérer nécessaire de poursuivre les opérations d'arrosage pour des raisons bien spéciales, telles que l'amélioration du moral des combattants ou de la population impliquée, la protection de vies humaines ou de sites de haute valeur, l'adoption d'une stratégie de dernier ressort, etc. D'un autre côté, l'arrosage aérien peut également être interrompu pour des raisons spécifiques, telles que l'affectation de l'avion-citerne à un feu prioritaire, la nécessité de refaire le plein en carburant, une défectuosité mécanique, l'approche de la noirceur et la fin d'une période de travail.

3) Continuation des travaux de lutte par les combattants terrestres

Pour harmoniser avec succès les opérations de combat aériennes et terrestres, il faut d'abord bien coordonner les actions réalisées conjointement, puis assurer ensuite la continuation des travaux de lutte par les combattants terrestres, jusqu'à l'extinction complète et définitive de l'incendie.

Rappelons ici que la coordination d'actions concertées dépend essentiellement de la qualité des communications établies entre le chef de lutte et l'aéropointeur. Les actions de support ne sont valables que si les charges sont larguées à l'endroit et au moment indiqué par le responsable du combat. La seule exception à cette règle survient quand les combattants n'ont pas encore atteint les lieux de l'incendie.

On n'insistera jamais trop sur la nécessité de continuer le travail amorcé par les avions-citernes au moyen des ressources terrestres. En général, celles-ci doivent intervenir aussitôt après que les opérations de largage ont permis de contenir l'incendie, de refroidir certaines portions du périmètre ou certains points menaçants, d'arrêter la progression de feux échappés ou encore, d'établir une ligne d'arrêt primaire. L'attaque terrestre doit donc être planifiée de façon à ce que les combattants et leur équipement soient prêts à intervenir tout de suite après le retrait de l'avion-citerne. Il est inutile de tenter de combattre un feu de forêt en n'ayant recours qu'à l'avion-citerne; ignorer ce principe ne peut que conduire à un gaspillage de ressources et d'énergie.

9.2.7 Règles de sécurité concernant l'emploi d'aéronefs pour le combat des feux de forêt

L'aviation est probablement le secteur d'activités où les normes de sécurité en usage sont les plus strictes, en raison de l'importance des risques que soulève l'utilisation d'aéronefs, tant pour les personnes impliquées dans leur fonctionnement que pour celles qui restent au sol. Or, à l'occasion du combat d'un feu de forêt, les conditions d'opération s'avèrent encore beaucoup plus difficiles, du fait que les hommes et les machines sont souvent utilisés à la limite de leurs

capacités. Cette situation justifie donc des dispositions sécuritaires additionnelles par rapport aux exigences de la Loi sur l'aéronautique et des règlements de l'air.

La présente section traitera des règles de sécurité les plus importantes à respecter lors du combat des feux de forêt. De façon particulière, elle abordera les sujets de la sécurité des appareils en vol et de la sécurité des combattants au sol.

1) Sécurité des aéronefs en vol

Les principes de sécurité qui s'appliquent aux aéronefs engagés dans le combat d'un incendie de forêt concernent principalement l'application des techniques d'arrosage, la surveillance des obstacles physiques et la fixation des priorités de passage.

L'arrosage aérien constitue en soi une opération très hasardeuse, même dans les meilleures conditions de vol. Elle l'est encore davantage quand la visibilité est réduite par la fumée, quand il existe des obstacles variés, quand la topographie est accidentée et quand d'autres facteurs du genre affectent les performances des avions-citernes. De façon à minimiser les dangers qui menacent les aéronefs et leurs équipages, il est particulièrement important de bien coordonner l'emploi des techniques d'arrosage.

Il faut effectivement reconnaître que l'aéropointeur est le premier responsable du choix des techniques d'arrosage. Toutefois, les pilotes d'avions-citernes doivent se garder la prérogative de discuter, ou même de refuser, les directives émises s'ils croient qu'elles ne pourront pas être exécutées en toute sécurité. Chaque opération d'arrosage doit être planifiée comme si elle devait être exécutée par un avion chargé à pleine capacité; advenant le moindre doute quant à la sécurité du vol, la charge doit alors être larguée et l'avion doit s'éloigner de l'aire de danger. Il est indispensable d'avoir une bonne visibilité, tant pour l'approche que pour le largage. S'il est nécessaire de traverser un nuage de fumée pour quitter la région visée, il faut absolument

être certain que le parcours de sortie est bien exempt d'obstructions.

La recherche des obstacles physiques à la navigation aérienne relève habituellement de l'aéropointeur. C'est lui qui avertit les pilotes des avions-citernes que des obstacles tels qu'embarcations, autres aéronefs, lignes de transmission, chicots, cables et billes flottantes se situent dans la ligne de vol ou sur un plan d'écopage. Pour ce faire, il utilise la méthode de l'horloge, le 12 coïncidant avec le nez de l'appareil menacé; par exemple, il dira: " attention, un hélicoptère s'envole à 10 heures ". Il faut se rappeler qu'un avion-citerne, chargé d'eau et volant à faible altitude, n'a généralement pas assez de manoeuvrabilité pour éviter un obstacle imprévu.

La priorité de passage constitue une autre règle de sécurité importante pour les aéronefs en vol. Il existe bien des règlements spéciaux à ce sujet, mais des normes supplémentaires de sécurité doivent être énoncées pour les appareils engagés dans le combat d'un feu de forêt.

De façon à écarter les dangers de collision qui existent lorsque plusieurs appareils évoluent en même temps à l'intérieur d'une zone limitée, il est important que tous ces aéronefs soient en communication constante avec l'aéropointeur et qu'ils soient attentifs à ses directives. A moins d'indication contraire, les priorités de passage s'établissent en général comme suit: premièrement, les avions-citernes en opération, particulièrement après l'écopage et le largage, deuxièmement, les hélicoptères en mouvement, troisièmement, les aéronefs de transport et enfin, les appareils de reconnaissance.

Les zones d'arrosage devraient être interdites à tous les aéronefs autres que les avions-citernes. Cette précaution s'applique particulièrement aux avions privés qui ne sont pas impliqués dans les opérations de lutte. Seul l'aéropointeur doit avoir l'autorité pour permettre le survol de l'incendie aux appareils transportant des journalistes ou des observateurs.

Mentionnons enfin que tous les accidents impliquant des aéronefs doivent être rapportés rapidement et ce, même si aucune personne n'a été blessée. Cette précaution est essentielle si l'on veut éviter les répercussions que provoquent parfois certains incidents d'apparence banale.

2) Sécurité des personnes au sol

L'utilisation intensive d'aéronefs pour combattre les feux de forêt n'est pas sans créer des dangers sérieux pour les personnes qui travaillent en surface ou qui évoluent à proximité d'appareils en mouvement. Les règles de sécurité les plus importantes à respecter s'appliquent à l'occasion d'arrosages aériens. Cette activité soulève des dangers réels à cause de l'impact provoqué par la charge d'eau, du renversement d'arbres et de chicots qu'elle occasionne et de façon générale, de l'augmentation des risques de chute. Ces dangers résultent habituellement de l'absence de communication avec les avions-citernes, de la mauvaise interprétation des directives et des signaux d'avertissement, de la témérité des combattants, et enfin, de l'arrosage accidentel de contre-feux et de feux de nettoiement.

Il est essentiel d'informer tous les combattants de l'exécution prochaine d'opérations d'arrosage afin de leur permettre d'évacuer à l'avance les zones où une charge doit être larguée. S'il leur est impossible de fuir rapidement les endroits dangereux, les combattants doivent alors prendre des précautions particulières. Sur un terrain dénudé, ils doivent se coucher par terre, le visage tourné vers le sol et caché entre les bras, la tête protégée par un chapeau de sécurité. Les outils manuels doivent être laissés de côté et, si possible, il faut profiter de la présence de souches ou de grosses roches pour s'y agripper afin d'éviter d'être emporté par la masse d'eau en mouvement. Il ne faut jamais se sauver en courant, à moins d'être bien certain d'éviter la partie la plus dangereuse de la charge.

Dans la forêt, la présence de chicots, de branches mortes et de débris de toutes sortes constitue une menace supplémentaire pour les

combattants, car ces objets peuvent être projetés sur eux par la charge larguée. A moins d'être capable d'éviter les peuplements comportant de tels risques, il faut se cacher derrière un gros arbre où les projectiles et les débris roulants ne pourront pas causer d'accident. Mentionnons enfin que le fait de laisser des combattants dans une zone de largage peut constituer une source de distraction importante pour les équipages d'avions-citernes.

En plus des mesures de sécurité reliées aux opérations d'arrosage, il convient également de mentionner certaines précautions à prendre lorsque des combattants évoluent à proximité d'aéronefs en mouvement. L'accostage d'un hydravion à un quai comporte plusieurs dangers; il faut donc limiter au minimum le nombre de personnes affectées à cette opération. Celles-ci doivent particulièrement se méfier de l'hélice, du support de l'aile et de l'aileron arrière.

L'hélicoptère, pour sa part, présente des dangers très grands pour les personnes qui approchent un appareil ou qui en descendent et surtout, pour celles qui ne sont pas renseignées sur les précautions à prendre. La méthode la plus simple pour éviter les accidents est d'immobiliser les rotors avant d'autoriser tout mouvement de passagers. Toutefois, cette façon de procéder n'est pas toujours praticable et elle enlève une grande souplesse d'action à l'appareil. En conséquence, il faut bien renseigner les usagers de l'hélicoptère sur les façons de circuler autour de l'appareil. Les principales précautions à prendre consistent à s'incliner en passant sous le rotor principal, à s'approcher de l'appareil à la vue du pilote, à transporter les outils manuels à hauteur de taille et à retenir fermement son chapeau. Quant à l'arrimage des bagages à transporter, il doit se conformer à des règles de sécurité très strictes.

9.3 INSTALLATIONS TERRESTRES POUR AERONEFS

L'emploi d'aéronefs pour combattre les feux de forêt requiert des installations terrestres spéciales, en plus des infra-structures existantes, car ces dernières réussissent rarement à satisfaire tous les besoins. Les gros avions-citernes n'exigent pas de support terrestre sur les lieux mêmes d'un incendie, mais leur base permanente ou certains aérodromes de service nécessitent absolument certaines installations pour l'entretien des appareils, pour le mélange des produits de retardement et pour le remplissage des réservoirs. Les appareils plus indépendants, comme l'hélicoptère et l'hydravion, ne demandent pour leur part qu'un minimum d'installations au sol et, pour cette raison, des aménagements improvisés suffisent dans la majorité des cas.

9.3.1 L'aéroport de service

Les avions-citernes amphibies et les avions de pointage sur roues sont rattachés la plupart du temps à un aéroport permanent, parce qu'ils requièrent une plus grande attention que les autres aéronefs employés au combat des feux.

Le terrain d'atterrissage et les aires de manoeuvre d'un aéroport de service devraient être suffisamment grands pour assurer la sécurité des opérations et pour permettre le mouvement libre des appareils. De l'équipement de secours et de lutte contre le feu devrait être disponible sur les lieux mêmes de l'aéroport. La circulation aérienne normale aux environs de l'aire d'atterrissage devrait être réduite au minimum et le contrôle des aéronefs devrait être assuré visuellement ou par radio. Un centre de communication compte également parmi les exigences minima pour un aérodrome de service; ce centre a pour mission de maintenir le contact avec les aéronefs en vol et avec les personnes engagées dans la lutte contre le feu, en plus d'assurer une surveillance constante sur les fréquences de radio utilisées pendant les opérations de combat.

Si l'aéroport de service doit être employé pour le remplissage des réservoirs des avions-citernes, il doit posséder un espace

suffisamment grand pour permettre cette opération et pour loger l'équipement de pompage, les réservoirs d'eau, les produits de retardement et les appareils de mélange. L'aéroport doit également comporter l'espace et les équipements nécessaires pour effectuer l'entretien des aéronefs et pour leur fournir le carburant et les huiles requis.

Lorsque plusieurs aéronefs participent au combat d'un feu de forêt à partir du même aéroport, il pourra s'avérer nécessaire d'établir un bureau et une salle d'attente pour les équipages, en plus d'un centre de communications. A moins que les pistes d'atterrissage ne soient éclairées par un système de balises lumineuses, il pourrait être avantageux de disposer d'un équipement d'urgence pour permettre les manoeuvres de nuit. Il suffira de posséder suffisamment de lampes-torches pour les placer à chaque extrémité de la piste, ainsi qu'à tous les 400 ou 500 pieds sur les côtés; si la chose est possible, on illuminera également le manchon à vent.

9.3.2 L'héliport

On appelle habituellement " héliport " l'ensemble des installations nécessaires au trafic aérien par l'hélicoptère. Il en existe deux grandes catégories, définies d'après leur durée d'utilisation, soit les héliports permanents et les héliports improvisés. Ce dernier type soulève un intérêt particulier dans le cadre de ce manuel parce qu'il est le plus employé au cours des opérations de combat d'un incendie.

1) Héliport permanent

Un héliport permanent constitue une base d'opération utilisée par un ou plusieurs hélicoptères. Ses principales caractéristiques sont les suivantes: accessibilité au réseau routier, présence d'une réserve de carburant, d'un manchon à vent, d'un système de protection contre le feu et de balises lumineuses.

L'héliport permanent doit de plus être constitué d'un espace d'envol et d'une aire de stationnement qui ne produisent pas un nuage de

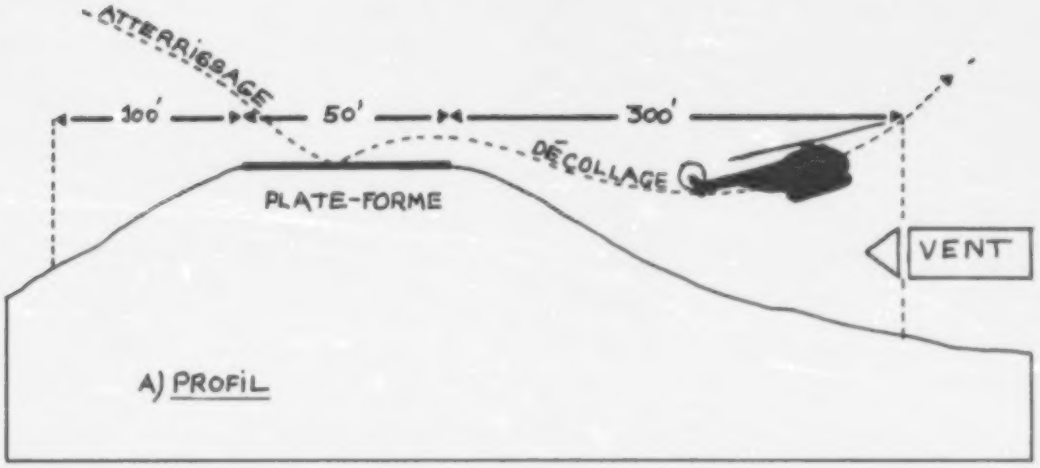
poussière à chaque fois qu'un appareil les utilise. A moins que l'emplacement de l'héliport ne soit localisé à proximité d'un poste de protection, il est également très utile de prévoir la disponibilité d'un véhicule de service, de communications radiophoniques ou téléphoniques et même d'une salle de repos. Toutes ces précautions ont pour but de compléter les exigences des règlements de l'air et de fournir un meilleur confort aux pilotes.

2) Héliport improvisé

Par héliport improvisé, on entend toute aire d'atterrissage destinée à des hélicoptères et utilisée sur une base temporaire. Ce type d'héliport peut répondre à des exigences beaucoup moins strictes au chapitre des commodités quand vient le temps de le localiser et de l'aménager.

Le meilleur emplacement pour un héliport est sans contredit le sommet d'une colline permettant l'atterrissage et l'envol dans toutes les directions. Il est toujours préférable de choisir un endroit où l'hélicoptère pourra amorcer une glissade lors de l'envol (figure 91). En effet, si l'appareil doit s'élever verticalement, il aura besoin d'une très grande quantité d'énergie, réduisant ainsi sa capacité de charge.

L'héliport devra être orienté de manière à ce que les appareils effectuent leurs manoeuvres face au vent prédominant. On réalisera d'abord le dégagement de l'aire d'atterrissage elle-même en enlevant tous les arbres et arbustes situés dans un cercle de 50 pieds de diamètre; cette distance devrait s'avérer sécuritaire pour la plupart des petits hélicoptères. La construction d'une plate-forme de bois rond sera parfois nécessaire à cause de l'inégalité du terrain; celle-ci devra être solide et placée au niveau afin d'empêcher le dérapage de l'appareil. Cette plate-forme devrait mesurer au moins 15 pieds par 20 pieds, avoir une pente inférieure à 10% et être capable de supporter un poids de 3,300 livres.



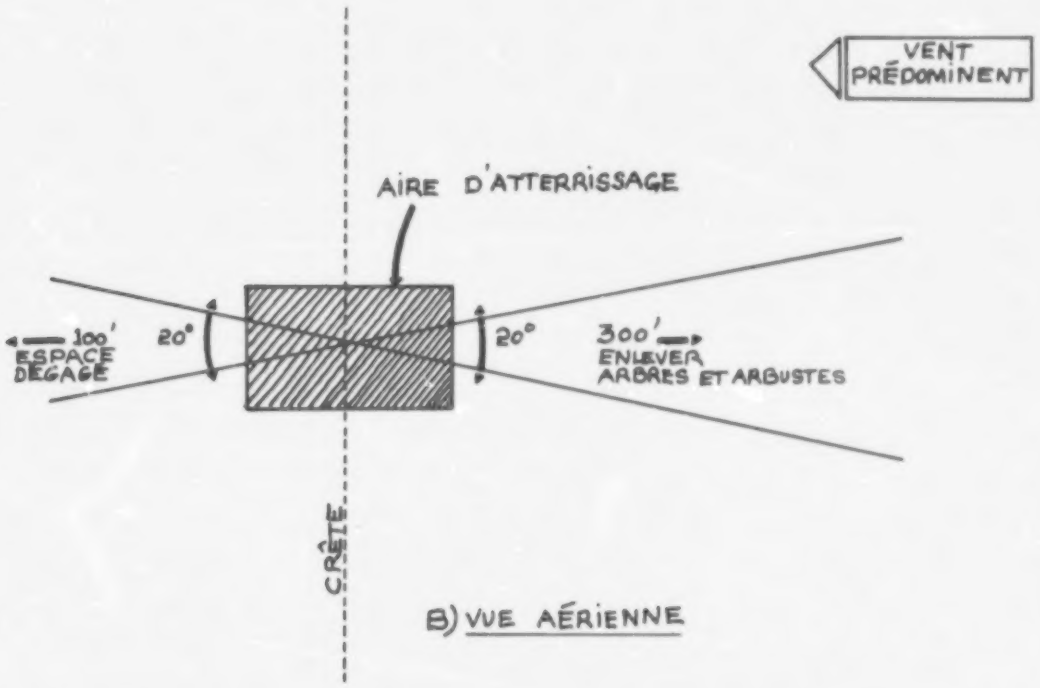


FIGURE 91 CONSTRUCTION D'UN HÉLIPORT

Tous les hélicoptères ne peuvent pas s'élever à la verticale en toute sécurité. Un petit appareil doit atteindre une altitude de 300 pieds avant que son rotor principal ne puisse tourner de lui-même ou qu'il soit capable de planer, advenant l'arrêt du moteur. Voilà pourquoi il y a lieu de dégager un espace plus grand dans la trajectoire suivie par l'hélicoptère. Pour plus de sécurité, il faut donc couper tous les arbres et arbustes situés sur une longueur de 100 pieds dans le sens de l'atterrissage et de 300 pieds dans le sens de l'envol. L'espace prévu pour l'envol devrait être légèrement en pente descendante et devrait s'élargir afin de permettre une plus grande liberté de manoeuvre. De plus, le trajet d'envol ne devrait jamais être localisé sur le côté d'une colline abritée du vent à cause des risques de turbulence.

Un lac, un étang, une plage, un chemin ou une jetée peuvent être utilisés avantageusement comme héliport improvisé. Il faudrait cependant s'assurer qu'il existe un espace dégagé suffisamment grand pour permettre à l'hélicoptère de prendre de la vitsse lors de son envol, soit une distance horizontale d'environ 300 pieds. Si l'on utilise un chemin, il y a avantage à choisir les aires de stationnement ou de virage qui permettent à l'hélicoptère d'effectuer une glissade. Il faut toujours se méfier des prairies à hautes herbes car elles cachent souvent toutes sortes d'obstacles, en plus de dissiper le coussin d'air créé par l'hélicoptère et de constituer un danger de feu sérieux lorsque la végétation est sèche.

Quand un hélicoptère est employé pour combattre un incendie, il y a généralement avantage à choisir le point d'atterrissage le moins boisé possible et comportant une surface solide et plane. En ayant recours aux éclaircies situées dans le voisinage d'un incendie, on peut s'éviter la tâche fastidieuse de débarrasser un héliport dans un massif fortement boisé. Mieux vaut se résoudre à marcher quelques centaines de pieds de façon à atteindre plus rapidement la bordure du feu, quitte à construire un meilleur emplacement par après. Les savanes et les grèves de rivière constituent des héliports naturels acceptables, à la condition d'être libres de souches ou autres objets pointsu susceptibles de perforer les flotteurs de l'appareil.

A moins d'une situation critique, l'hélicoptère devra éviter de se poser sur les cendres d'un incendie ayant brûlé dans la mousse. Le déplacement d'air produit par les rotors provoquerait alors un énorme nuage noir qui obstruerait la visibilité du pilote.

9.3.3 La base d'hydroplanes

Lorsque des hydroplanes sont employés pour transporter des combattants et de l'équipement, le choix d'un plan d'eau doit être fait de façon judicieuse. Si la proximité de l'incendie constitue un avantage sérieux, les caractéristiques du point de déchargement représentent pour leur part des facteurs décisifs. Les conditions de la topographie, la longueur du plan d'eau, la direction du vent, l'achalandage aérien et nautique, l'état des rives, l'existence de quais et enfin, la présence d'obstacles flottants sont autant d'éléments à considérer.

La base d'hydroplanes peut exister elle-aussi en deux catégories, soit permanente ou improvisée. Une base permanente fournit des services comparables à deux d'un aérodrome ou d'un héliport de même type. On y retrouve, entre autres, une réserve de carburant, un bureau de contrôle, des quais bien aménagés, un terrain de stationnement, des communications et certaines autres installations essentielles pour l'arrivée, le départ, les manoeuvres et l'entretien des aéronefs.

Les équipements d'une base d'hydroplanes improvisée sont le plus souvent réduits au strict minimum. Quand un plan d'eau satisfait aux exigences aérienne et nautique, on a avantage à utiliser les installations déjà en place: à ces endroits, les hydroplanes peuvent s'approcher du rivage avec une plus grande sécurité et les manoeuvres se font aussi avec beaucoup plus de facilité.

A défaut de quai pour embarcation, on utilisera une plage bien dégagée ou on construira une rampe ou un quai à l'aide de billots. Ce quai pourra être flottant si on ne réussit pas à l'appuyer au fond de l'eau, mais il faudra alors l'attacher convenablement au rivage. On prendra soin d'enlever les branches et les arbustes susceptibles de gêner les manoeuvres des hydroplanes. Comme ces appareils sont relativement

indépendants, seule une réserve de carburant et d'huile peut s'avérer nécessaire dans une base improvisée.

10

organisation de la lutte contre les feux de forêt

La protection des forêts contre les incendies nécessite le maintien d'une organisation souple et efficace, capable de faire face rapidement à des situations d'urgence. Le premier objectif d'une telle organisation consiste à découvrir et à éteindre les feux de forêt avant qu'ils n'atteingent des proportions trop considérables.

En raison de la faible superficie couverte par la majorité des incendies de forêt qui surviennent au Québec, leur extinction n'exige habituellement qu'une brève intervention qui peut être réalisée par le personnel régulier affecté à la protection des forêts. Celui-ci est effectivement entraîné et équipé pour entreprendre une action initiale vigoureuse.

Si toutefois un incendie ne peut être maîtrisé dès la première intervention, il devient alors nécessaire de structurer rapidement une organisation de lutte en vue de mettre en application le plan d'attaque. Le présent chapitre traitera des principales notions d'organisation susceptibles de guider les personnes chargées de combattre un feu de forêt

dépassant les capacités normales d'un organisme de protection. Les principales caractéristiques d'une organisation de lutte résident dans son caractère temporaire et dans sa capacité de se modifier selon le volume de travail à exécuter.

Après avoir rappelé quelques principes fondamentaux d'organisation, ce chapitre traitera successivement des différents stades d'organisation des opérations de combat, de la mise sur pied des services de soutien, des mesures visant à entretenir le moral des combattants, ainsi que de certaines règles de sécurité du personnel.

10.1 PRINCIPES D'ORGANISATION

Le succès d'une entreprise, qu'il s'agisse d'une industrie, d'un commerce ou de toute autre activité du genre, repose sur deux éléments essentiels, à savoir la direction et la technologie. L'importance à accorder à l'un et à l'autre peut varier selon le type d'activités en cause et la dimension de l'entreprise. Cette constatation est particulièrement vraie dans le cas du combat des incendies forestiers, où les techniques de lutte utilisées et le genre d'organisation adopté diffèrent selon la situation.

La technologie du combat des incendies prédomine généralement dans les interventions rapides et énergiques, effectuées avec un minimum de combattants, alors que l'objectif principal est de maîtriser dès le point de départ les feux de forêt qui viennent de se déclarer. Dans ces conditions, il y a évidemment place pour un minimum de direction, mais le succès de la lutte dépend d'abord de la qualité de la technique déployée. Cet élément est tellement important, qu'il peut faire toute la différence entre un petit feu sans grandes conséquences et un feu majeur, avec toutes les implications qu'on imagine.

A mesure que l'incendie se développe et qu'augmentent le personnel et l'équipement de lutte mis en oeuvre, le facteur direction prend une importance relative beaucoup plus grande que la technologie. Pour conserver une vue d'ensemble de la situation, établir des priorités parmi

les travaux à effectuer et prévoir la ligne de conduite à venir, le responsable de la lutte doit nécessairement se départir d'un certain nombre de responsabilités et limiter le nombre de combattants placés sous son autorité directe.

Proportionnellement à l'augmentation des effectifs, naît le besoin de diviser les tâches et de déléguer une partie de l'autorité et des responsabilités assumées par le dirigeant des opérations de combat. A ce stade de la lutte, faire preuve de stratégie, coordonner le travail des combattants et optimiser l'utilisation de l'équipement deviennent des tâches plus importantes pour le chef de lutte que les techniques elles-mêmes. Alors que les lacunes de la technique peuvent entraîner une perte de contrôle sur les petits feux, une mauvaise direction sur des feux d'importance se traduit inévitablement par des pertes matérielles et des frais de combat plus élevés.

Chaque fois que deux personnes ou plus mettent leurs efforts en commun pour réaliser un même travail, il devient nécessaire de préciser la nature de la collaboration de chaque participant, c'est-à-dire d'organiser leur action. Plus il y a de personnes qui s'ajoutent au groupe, plus l'organisation grandit et se transforme. Pour être efficace, une telle organisation doit reposer sur trois principes de base, soit la formation d'unités de travail, la délégation de responsabilités et d'autorité et enfin, la limitation de l'aire de contrôle.

10.1.1 Formation d'unités de travail

Le combat d'un incendie de forêt important se décompose, pour plus d'efficacité, en une variété d'opérations dont chacune est assignée à des individus bien spécifiques. En outre, ces personnes doivent établir entre elles un réseau de relations de manière à coordonner leurs efforts et à réaliser l'objectif qui leur est dévolu.

Dans toute nouvelle entreprise, la formation d'unités de travail constitue une opération délicate, puisqu'il s'agit de trouver la combinaison de tâches susceptible de fournir les meilleurs résultats.

Pour le combat des feux de forêt, cet effort d'organisation ne se renouvelle pas à chaque intervention, pour la bonne raison qu'il existe, à la suite d'analyses répétées du fonctionnement des organismes de lutte, des structures-types d'organisation. Bien que différents modèles de structure soient décrits dans ce chapitre, il est quand même nécessaire d'énoncer brièvement les principes qui président à la formation d'unités de travail; leur connaissance permettra en effet de mieux comprendre les modifications successives apportées à une structure d'organisation au fur et à mesure qu'elle doit s'adapter aux conditions changeantes du feu.

Lorsqu'il s'agit de combattre un feu de forêt, les unités ou groupes de travail sont principalement formés d'après les critères suivants: la nature du service exécuté, la localisation des activités, la période d'action, le processus utilisé ou les fonctions accomplies. Quelques brefs exemples aideront à comprendre la signification de ces critères et les conditions de leur application.

Regroupement suivant la nature du service exécuté:

Ce mode de réunion des tâches concerne les activités reliées à la nature même du service réalisé. Ainsi,on distingue habituellement les opérations de combat comme telles et les services de soutien. Ce premier mode de regroupement permet de tirer profit de la spécialisation, facilite la coordination et entraîne la dissociation des tâches administratives et techniques.

Regroupement suivant la localisation des activités:

Quand les activités de combat sont réalisées en divers endroits d'un incendie, le plan d'attaque doit alors prévoir la répartition de l'aire incendiée en un certain nombre de secteurs ou encore, la subdivision du périmètre du feu en parties de diverses longueurs. Ce mode d'organisation permet une meilleure distribution des effectifs et de l'équipement, compte tenu des caractéristiques de l'incendie, des combustibles ou autres facteurs. Il facilite également la coordination des activités à l'intérieur des différents territoires d'intervention.

Regroupement suivant la période d'action:

Ce mode de réunion n'est utilisé que si des travaux sont réalisés le jour et la nuit. Deux équipes de combattants doivent alors être prévues.

Regroupement suivant le processus utilisé:

Dans certaines conditions, il est préférable de regrouper dans une même unité de travail les personnes employant un équipement semblable. Par exemple, sur les feux d'importance, on forme souvent des équipes utilisant soit de la machinerie lourde, soit des motopompes ou soit encore des outils manuels. Parfois, les tâches seront réunies suivant les étapes successives d'une opération; on a recours à cette technique pour la construction d'une ligne d'arrêt. Ce mode de regroupement entraîne une spécialisation accrue des combattants, élimine la duplication des efforts et facilite le travail de surveillance quand les opérations sont concentrées.

Regroupement suivant la fonction accomplie:

Bien qu'il soit parfois difficile de définir ce que l'on entend exactement par fonction, un tel regroupement s'avère utile dans le cas de travaux similaires, de spécialisations originales ou d'activités nécessitant une attention particulière. La planification des opérations, les arrosages aériens, la sécurité, les communications, les transports, le campement, le matériel, l'entretien, la comptabilité, le personnel et les provisions sont autant d'unités de travail qui peuvent être constituées sur une base fonctionnelle. Cette structuration permet d'utiliser au maximum les connaissances spécialisées et l'expérience des travailleurs.

Les différents exemples énumérés précédemment démontrent qu'une organisation de combat des feux ne doit pas nécessairement être structurée selon le même critère. Les cinq modes de regroupement énumérés peuvent très bien se retrouver dans la même organisation. Par conséquent, il faut rechercher la combinaison qui répond le mieux aux besoins.

Pour ce faire, la formation d'unités de travail sera réalisée de manière à tirer avantage de la spécialisation des combattants, à faciliter la surveillance et la coordination, à assurer une attention spéciale à certaines activités, à tenir compte des conditions locales ou encore, à réduire les dépenses.

10.1.2 Délégation de responsabilités et d'autorité

A cause de sa nature intrinsèque, une organisation présuppose inévitablement des relations administrateur-employés ainsi que des liaisons diverses entre les différentes unités de travail. Il est important que ces rapports soient soigneusement définis et parfaitement assimilés par tout le personnel de l'organisation. La compréhension de ces relations peut être grandement facilitée par l'étude du principe de délégation de responsabilités et d'autorité.

La notion d'autorité est indissociable du concept même de délégation, puisqu'elle se définit comme un droit d'agir ou un pouvoir de commander; or, ce droit ou ce pouvoir a toujours une origine quelconque, qu'elle soit constitutionnelle, juridique ou administrative. Une personne en autorité détient donc nécessairement ce privilège en vertu d'une délégation antérieure. Dans une organisation, la délégation d'autorité consiste essentiellement à donner à une personne la permission de faire certaines choses. A son tour, cette personne peut étendre la permission qu'elle a reçue à des gens travaillant pour elle.

Lorsqu'un incendie important doit être combattu dans une région donnée, l'officier de protection, autorisé par son organisme pour intervenir, peut se départir de cette tâche en la confiant à un chef de lutte, c'est-à-dire en déléguant à une personne compétente l'autorité d'agir à sa place. Ce transfert d'autorité ne peut toutefois pas être inconditionnel, car l'officier voudra sûrement indiquer comment cette permission pourra être utilisée. Ceci veut dire qu'il ne peut pas y avoir de délégation d'autorité sans que n'y soient rattachés des droits et des obligations, en d'autres mots des privilèges et des responsabilités.

Lors de la formation d'une organisation, le processus de délégation commence généralement par l'assignation à un subordonné d'une partie des tâches de conception et d'exécution, la personne en autorité se réservant alors les fonctions de direction et de contrôle. A mesure que l'organisation se développe, ce processus de délégation doit être répété pour éviter une augmentation indue de la charge de travail des subordonnés. Cette réaction en chaîne dégage les niveaux supérieurs d'autorité qui peuvent ainsi se spécialiser dans des tâches de surveillance et de direction.

De la discussion précédente, on peut dégager les trois principaux volets du processus de délégation, à savoir:

- l'assignation par un administrateur de certaines tâches à un subordonné immédiat;
- l'octroi d'une permission (autorité) de passer des engagements, d'utiliser des ressources et de prendre les autres actions nécessaires pour accomplir les tâches assignées;
- la création d'une obligation (responsabilité) pour chaque subordonné envers son supérieur en vue d'un meilleur rendement du travail.

Quand le processus de délégation cesse de se développer, on retrouve une série d'affectations, de haut en bas de l'organisation. Dans le sens contraire, il existe une série de correspondance d'obligations pour chaque détenteur d'autorité. Le bon fonctionnement d'une organisation ainsi constituée ne peut toutefois être garanti que si les limites de l'autorité sont fixées au départ. Ces restrictions sont dictées par les *pratiques générales de l'organisation* (par exemple, un chef de lutte n'a pas autorité pour réquisitionner les avions de patrouille et désorganiser ainsi à son profit le système de détection), par les *règles administratives limitant la capacité d'agir d'une personne* (par exemple, le responsable des arrosages aériens ne peut pas retenir directement les services d'un avion-citerne) et surtout, par la *volonté des employés à faire le travail*. Cette dernière limite à l'autorité peut être atténuée par l'utilisation de diverses sanctions ou pressions, comme la rémunération et les transferts.

En plus de respecter les restrictions énumérées dans le paragraphe précédent, le processus de délégation d'autorité doit également se conformer à trois principes fondamentaux visant à assurer son efficacité et à atténuer les sources possibles de friction, particulièrement dans une organisation de combat des feux de forêt:

1) La responsabilité ne peut pas être déléguée

Nous avons vu que le fait de confier à une personne une certaine autorité lui imposait automatiquement des obligations ou des responsabilités particulières. Si cette personne délègue à un troisième individu la permission d'agir à sa place, elle ne peut être relevée de la responsabilité découlant de l'autorité qu'elle continue d'exercer et ce, même si elle a maintenant moins de travail à réaliser. En demeurant dans l'organisation, l'administrateur doit nécessairement rendre compte au détenteur ultime de l'autorité des résultats de l'action de ses subordonnés.

Soulignons que si le processus de délégation doit être répété plusieurs fois en vue de faciliter l'exécution d'une activité d'envergure, comme c'est le cas lors du combat d'un incendie important, la possibilité que les subordonnés commettent des erreurs augmente alors considérablement. Cependant, cet inconvénient s'avère davantage une affaire de normes de performance que de responsabilité. Comme cette dernière ne peut être éliminée par voie de délégation, l'appréciation des résultats obtenus par des subordonnés est quelque peu pondérée dans la mesure où le dirigeant doit compter sur eux pour faire le travail.

2) L'unité de commandement doit être respecté

L'unité de commandement, l'un des principes d'organisation les plus fondamentaux, énonce qu'un subordonné ne devrait normalement avoir *qu'un seul patron*. Un employé qui a plus d'un supérieur immédiat à la fois, risque de recevoir des ordres contradictoires et d'ajuster son comportement pour plaire à tous ceux qui ont un statut plus élevé que le sien; dans une telle situation, cette personne devient rapidement

désintéressée, inefficace et irresponsable. Ne risquant pas d'établir par lui-même un ordre de priorité parmi les ordres donnés par différents " maîtres ", l'employé consciencieux risque la frustration si, à un moment ou à un autre, il devait être réprimandé pour ne pas avoir respecté les instructions reçues.

Le principe de l'unité de commandement peut parfois être violé dans les organisations pourvues *d'équipes de soutien*, tels les groupes de planification, d'approvisionnement ou de transport. Il faut alors se rappeler que le rôle premier de ces équipes n'est pas d'exercer une autorité sur le personnel d'exécution, mais de seconder le dirigeant des opérations. Chaque détenteur d'autorité dans la ligne hiérarchique continue de contrôler le travail de ses employés et c'est lui qui a le dernier mot concernant les avis donnés par le personnel de soutien.

Il arrive également de créer une dualité de commandement si l'on *court-circuite la ligne hiérarchique*. Pour éviter d'affaiblir l'autorité des supérieurs immédiats, les dirigeants d'une organisation de combat devraient donc se garder d'échanger des informations ou de donner des ordres directement aux échelons inférieurs en ne respectant pas la ligne de commandement. Il en est de même dans l'autre sens, quand des subalternes veulent *contourner leur patron* pour faire respecter leurs conditions d'engagement ou pour mettre en question la sagesse des directives émises par leur supérieur immédiat. Même si le droit d'appel d'un employé doit être considéré comme légitime, les responsables ultimes ne devraient pas cependant tolérer une telle pratique, car elle risque de compromettre l'intégrité de la ligne hiérarchique en créant des malentendus et de la confusion.

Il arrivera fréquemment, lors du combat d'un incendie, qu'un concours de circonstances favorise la violation du principe d'unité de commandement en raison de la rapidité avec laquelle l'organisation est mise sur pied, de l'urgence de la situation ou de l'existence de difficultés de communication entre les groupes de combattants. Ces problèmes de communication surviennent quand des personnes de provenance différentes sont affectées dans diverses équipes au moment de leur arrivée sans

connaître leurs compagnons de travail ou leur supérieur.

Des difficultés de communication surgissent également sous la forme de conflits involontaires d'autorité. Lorsqu'un ou plusieurs groupes d'ouvriers et leurs surveillants réguliers sont recrutés en bloc pour combattre un même feu et que le chef de lutte est d'origine différente, les travailleurs ont la tendance naturelle à se référer à leur supérieur immédiat tel qu'ils ont l'habitude de le faire dans le cours normal de leurs activités. Les surveillants, de leur côté, sont portés à donner des ordres aux individus qu'ils conduisent habituellement. Dans ces conditions, le chef de lutte doit établir clairement la ligne d'autorité de l'organisation de combat.

3) L'exercice de l'autorité implique une responsabilité équivalente

Il est malhonnête de tenir un homme responsable pour des résultats qu'il ne peut pas influencer suivant son meilleur jugement. Cependant, si une grande latitude d'action est accordée à une personne, celle-ci devrait être tenue responsable de ses inconséquences.

La réciprocité des concepts d'autorité et de responsabilité constitue l'un des premiers principes d'organisation. Si un chef de lutte, dûment mandaté, réussit à atteindre ses objectifs, il pourra en recevoir le crédit; par contre, s'il connaît un échec, il devra l'accepter comme étant sien et non pas celui de ses chefs d'équipes. Ceci est vrai à tous les niveaux, car si une équipe ne donne pas le rendement attendu, le blâme doit aller au détenteur de l'autorité et responsable de l'équipe et non pas aux combattants qui la composent.

La règle voulant que responsabilité et autorité soient équivalentes n'est toutefois valable que si l'on reconnaît les deux exceptions suivantes. Premièrement, l'autorité qui peut et doit être déléguée est souvent limitée; par conséquent, un individu ne peut être strictement tenu responsable que dans la mesure où une action est réellement soumise à son contrôle. Deuxièmement, on peut présumer qu'une personne ressente certaines responsabilités générales, même si son autorité est confinée à

des opérations bien précises; elle peut être tenue responsable de pressentir certaines irrégularités et de tenter de les corriger. Pendant les opérations de combat, on présume, par exemple, que les surveillants verront à empêcher le vol d'équipement, même si une personne spécifique est chargée de contrôler son utilisation.

10.1.3 Limitation de l'aire de contrôle

A mesure qu'une organisation de lutte grandit, la détermination du nombre de combattants que peut diriger de façon adéquate un même surveillant soulève de nombreux problèmes auxquels des solutions doivent être trouvées. Si l'on cherche à rendre efficace une organisation dans son ensemble, ainsi que le travail de chacune des personnes qui la composent, il est essentiel de définir avec précision le secteur attribué aux différents niveaux d'autorité, ou en d'autres mots, de *limiter leur aire de contrôle*.

Chaque fois que les effectifs de lutte augmentent par suite de l'accroissement de la superficie incendiée,on doit se demander si certains chefs d'équipe en place ont la capacité de diriger ces nouveaux combattants, tout en continuant d'accomplir leurs tâches de façon satisfaisante. Si on décide à ce moment qu'un nouveau chef d'équipe devrait être ajouté, alors quel chef de section a le temps et les capacités de diriger ce responsable d'équipe supplémentaire ?

La détermination de l'aire de contrôle pose toutefois un dilemne réel auquel il faut faire face. Si d'une part, on souhaite établir des aires de contrôle réduites, alors les effectifs d'encadrement et probablement aussi le nombre de niveaux d'autorité auront tendance à s'accroître de façon correspondante. D'autre part, si le chef de lutte veut conserver un nombre restreint de niveaux d'autorité, il risque de provoquer une augmentation démesurée du nombre de combattants qui seront placés sous l'autorité de chaque chef d'équipe.

Pour sortir de cette ambiguïté, le chef de lutte doit connaître les facteurs qui limitent l'aire de contrôle, les objections à

l'accroissement de l'encadrement et des niveaux d'autorité, les critères de sélection de l'aire optimale de contrôle et les méthodes permettant de dégager un dirigeant surchargé.

1) Facteurs limitant l'aire effective de contrôle

L'aire de contrôle qu'une personne peut effectivement assumer est limitée par trois facteurs principaux, à savoir, le temps et l'énergie dont elle dispose, ses aptitudes mentales et ses capacités personnelles d'adaptation et enfin, la complexité de la situation.

Le *nombre d'heures* pendant lesquelles un homme peut travailler efficacement chaque jour ou chaque semaine est définitivement limité à cause de ses capacités physiologiques et psychologiques. Après plusieurs heures d'efforts, une personne en autorité épuise son système nerveux; son jugement n'est plus alors aussi sûr, sa patience commence à fléchir, il écarte les problèmes trop difficiles et se satisfait de travaux de qualité inférieure dans le but de se libérer le plus vite possible de la situation qui l'embarrasse.

En plus des facteurs temps et énergie, l'aire de contrôle est également limitée par les *aptitudes mentales et les capacités personnelles d'adaptation* des surveillants. L'habileté d'un dirigeant à se préoccuper des nombreux imprévus qui lui sont soumis diminue à mesure qu'augmente le nombre des problèmes à traiter. En effet, plus il a de personnes à diriger, plus il doit employer des méthodes de direction universelles et compter sur le hasard et l'intuition pour solutionner les difficultés fortuites. Par exemple, il est plus difficile de faire travailler les membres d'une grosse équipe que ceux d'une petite.

Il existe enfin des situations fort complexes, résultant de la *dispersion* des travailleurs et de la *variété* des activités exercées, lesquelles empêchent le surveillant de recueillir l'information nécessaire, de réfléchir adéquatement sur les problèmes à résoudre et d'accorder une attention personnelle à ses subordonnés et aux activités qu'ils dirigent. A mesure qu'une situation devient plus complexe, les personnes en

autorité atteignent rapidement leurs limites personnelles, à moins qu'elles ne restreignent le nombre de leurs subordonnés immédiats.

2) Objections à l'augmentation de l'encadrement et du nombre de niveaux d'autorité

L'étude des facteurs précédents démontre que l'aire de contrôle devrait être réduite le plus possible. Or, comme les objections formulées ont pour effet d'accroître le nombre des surveillants et des niveaux d'autorité, il y a donc lieu de souligner les inconvénients d'une organisation comportant un trop grand nombre de cadres. Les principales objections concernent la mauvaise qualité des communications, le manque de souplesse de la structure, le danger de se limiter aux relations hiérarchiques, le coût de la direction et enfin, les effets néfastes sur le moral.

Une des premières conséquences de la multiplication des niveaux d'autorité est de *rendre plus difficiles et moins précises les communications* verticales au sein de l'organisation. Les renseignements et les directives risquent facilement d'être faussés dans leur acheminement car chacun a tendance à exagérer ou à simplifier la réalité, volontairement ou non, et même à la modifier ou à l'interpréter à son profit. Les communications dans une organisation à étages multiples peuvent toutefois être améliorées en transmettant les informations par écrit ou en désignant du personnel auxiliaire pour recueillir l'information et expliquer les directives.

En plus d'être moins précises, les communications entre de nombreux niveaux d'autorité sont aussi *très lentes*. Par exemple, quand on songe à apporter des changements dans l'organisation ou dans la stratégie de lutte, les responsables de tous les niveaux devraient, si possible, apporter des informations et des suggestions concernant le diagnostique de la situation et la préparation d'un nouveau plan d'attaque. Si les effectifs d'encadrement et les niveaux d'autorité sont nombreux, cette consultation peut prendre beaucoup de temps. Il en va de même pour la diffusion et l'explication des décisions prises. Pour éviter d'alourdir indûment l'organisation et pour lui conserver sa flexibilité, la

décentralisation des activités devrait être tentée en établissant, sur un feu d'envergure, plusieurs campements dotés d'une autonomie appréciable.

En principe, les communications internes dans une grande organisation doivent *suivre la ligne hiérarchique*, ce qui engendre d'autres difficultés majeures sur le plan de la rapidité de l'acheminement des directives et des informations. Pour corriger ce problème, les communications ont avantage à être réalisées de la façon la plus directe possible entre les unités de travail de tous les niveaux, mais à la condition toutefois que chaque membre de l'organisation informe à fond son supérieur de tout problème résultant de ces contacts directs.

Il existe une autre objection qui tend à limiter l'aire de contrôle, soit le coût élevé d'un encadrement élaboré. Chaque fois qu'on ajoute un nouveau chef de zone, de section ou d'équipe par suite de la réduction de l'aire de contrôle, il y a lieu de considérer le coût supplémentaire de cet élargissement des cadres car le salaire et les bénéfices marginaux de cette catégorie de personnel sont plus élevés.

Enfin, il faut considérer que l'addition de nouveaux échelons d'autorité produit généralement un mauvais effet sur le moral des dirigeants, car elle a pour conséquence de réduire l'influence personnelle directe des responsables plus élevés. De plus, dans une organisation complexe, il y a généralement peu d'occasions pour un individu de faire preuve d'initiative et de montrer ses capacités à cause d'une centralisation excessive de la prise de décisions. Pour pallier cet inconvénient, l'aire de contrôle des autorités supérieures, soit celle du chef de lutte et des chefs de zone, devrait être assez limitée pour leur laisser le temps de visiter le terrain et d'effectuer des observations personnelles.

3) Critères de sélection de l'aire optimale de contrôle

L'analyse précédente des avantages et des inconvénients d'une aire de contrôle réduite ou élaborée nous révèle en fait que le nombre de subordonnés qu'un supérieur peut efficacement diriger change d'une situation à l'autre. Aux échelons supérieurs d'une organisation de lutte, le

nombre de subordonnés varie généralement de 3 à 7, alors qu'aux échelons inférieurs, il atteint souvent 15 ou 20. Il peut donc y avoir des écarts considérables et seul un jugement basé sur certains critères, permet de fixer l'aire de contrôle optimale.

Les critères de sélection de l'aire optimale de contrôle sont au nombre de six, soit les suivants:

Variété et importance des activités à diriger:

Les travaux de routine exigent moins de temps et d'efforts de la part des surveillants que ceux de nature diverse ou ceux réalisés en des endroits différents;

Activités autres que celles de direction:

Les différents responsables du combat d'un incendie ont très souvent des préoccupations autres que celles de direction et qui affectent le nombre de personnes qu'ils peuvent surveiller. Le nombre de leurs subordonnés immédiats devrait donc diminuer afin de leur laisser plus de temps pour participer aux activités de planification, de contrôle, de coordination, etc.

Stabilité des opérations:

Tout comme la nature des activités à diriger, la stabilité des opérations ou leur précarité peuvent influencer considérablement le volume des tâches de direction en raison de l'importance de la surveillance qu'elles requièrent. Par exemple, il est reconnu qu'une personne qui dirige des travaux de même nature pendant une longue période peut accroître de façon appréciable son aire de contrôle.

Capacité des subordonnés et degré de décentralisation:

Les hommes compétents et expérimentés sont beaucoup plus faciles à diriger que les autres et le nombre de subordonnés de ce type

peut donc être plus élevé. Par ailleurs, un fort degré de décentralisation permet aux autorités supérieures de se dégager de façon appréciable car elles n'ont plus alors à se préoccuper de questions de détails.

Importance relative des salaires de la direction:

Si les salaires destinés à l'encadrement d'une organisation de lutte sont relativement élevés, il y a lieu de fixer avec prudence l'aire de contrôle du personnel de direction car les répercussions financières sont beaucoup plus grandes. Par exemple, en diminuant le nombre de combattants dans chaque groupe, on contribue à accroître le nombre de chefs d'équipes qui exigent un salaire plus élevé.

Praticabilité d'une réduction de l'aire de contrôle:

La modification de l'aire de contrôle d'un dirigeant particulier ne devrait être réalisée qu'après en avoir évalué les effets sur la structure toute entière. Il peut arriver qu'un tel changement ne soit pas possible à réaliser parce qu'il affecte d'autres aspects de l'organisation.

4) Méthodes permettant de libérer un dirigeant surchargé

Pendant les opérations de combat d'un incendie de forêt, il arrive très fréquemment que le chef de lutte ou un autre dirigeant devienne surchargé de travail, au point que son rendement en est affecté.

La façon la plus simple de soulager un supérieur accablé par un fort volume de travail consiste à lui *assigner un assistant* qui partagera avec lui les tâches inhérentes à sa fonction. Cette répartition des tâches ne doit toutefois pas compromettre l'unité d'action. L'attribution de tâches à un adjoint doit être faite sur une base fonctionnelle, en tenant compte notamment de l'urgence des actions à entreprendre ainsi que de l'expérience, des préférences et des capacités naturelles des personnes en cause. Il convient d'insister ici sur la nécessité d'une bonne collaboration entre un supérieur et son assistant car elle constitue le gage de succès de cette formule.

Utiliser un *groupe de soutien* est une deuxième façon de soulager un cadre surchargé. Les hommes qui composent ce groupe forment une catégorie particulière d'adjoints. En effet, ils n'ont pas à prendre de décisions ni à commander l'action, mais bien à conseiller le détenteur ultime de l'autorité. Le préposé à la planification dans une organisation de lutte a pour fonction de libérer le chef de lutte d'une tâche importante; son action se limite cependant à lui faciliter la prise de décisions.

Enfin, une dernière façon de venir au secours d'un supérieur surchargé consiste à désigner une personne qui ne dirigera qu'*une partie seulement des activités* qu'il surveille. Même si cette formule présente des avantages pratiques, elle affecte cependant le moral de certains subordonnés à cause de l'interposition d'un intermédiaire.

10.2 STADES D'ORGANISATION DES OPERATIONS DE COMBAT

Nous avons déjà mentionné que l'une des principales caractéristiques d'une organisation de combat des feux résidait dans sa capacité d'adaptation au volume de travail à exécuter. Connaissant maintenant les principes fondamentaux d'organisation, nous pouvons mieux étudier les différents stades de développement qui surviennent à mesure que grandit une organisation de lutte.

De façon générale, on reconnaît quatre stades de développement d'une organisation de combat, définis entre autres, en fonction de la superficie de l'incendie et du nombre de personnes engagées dans le combat. La présente section traitera plus spécifiquement de l'organisation même du combat, alors que l'organisation des services de soutien sera décrite plus loin dans ce chapitre.

10.2.1 Premier stade: organisation simplifiée

Le chef de lutte est la première personne mandatée par un organisme de protection pour assumer la responsabilité de l'extinction d'un incendie et diriger les opérations de combat. Que le feu à combattre soit de grande ou de faible superficie, l'autorité et les

responsabilités du chef de lutte demeurent fondamentalement les mêmes. Toutefois, il existe une différence considérable entre ses fonctions respectives et les qualités requises pour remplir chacune des tâches. On trouvera en annexe une description type des fonctions du chef de lutte, ainsi que de tous les autres postes de travail qui sont mentionnés ci-après.

Lorsque l'incendie à combattre ne nécessite que des effectifs réduits, de l'ordre de 5 à 10 combattants, le chef de lutte est en mesure de diriger lui-même toute l'opération dans ses moindres détails. A ce moment, rappelons que ce sont surtout les connaissances techniques et l'expérience du responsable qui sont mises à contribution, plutôt que ses capacités de direction. Si les circonstances le permettent, le chef de lutte peut même accomplir une partie du travail physique requis, tout en continuant de dicter la ligne de conduite aux autres travailleurs. De plus, il s'occupe lui-même de certaines fonctions secondaires comme le transport, le ravitaillement, l'équipement, etc.

Comme l'illustre la figure 92, cette forme d'organisation de combat est limitée à sa plus simple expression. On remarque qu'il n'existe pas de palier intermédiaire de surveillance entre le détenteur de l'autorité et les combattants. De plus, le périmètre du feu n'est pas divisé en secteurs puisque les travaux sont exécutés sur toute la bordure de l'incendie. Cette situation se rencontre normalement lors de la première intervention réalisée sur un feu de faible superficie.

En résumé, rappelons qu'au premier stade de développement d'une organisation de combat, le chef de lutte cumule alors trois fonctions essentielles, à savoir: il est la source d'autorité; il est aussi chef d'équipe et dirige lui-même l'exécution des travaux; il s'occupe personnellement des opérations de soutien.

FIGURE 92 PREMIER STADE : ORGANISATION SIMPLIFIÉE

10.2.2 Deuxième stade: formation d'équipes

A mesure que le feu se développe en superficie et que le nombre de combattants augmente, l'importance du rôle de direction s'accentue. Dès que le chef de lutte a plus d'hommes sous ses ordres qu'il ne peut en diriger efficacement, il doit déléguer une partie de son autorité et procéder sans retard à la formation d'équipes composées d'une dizaine de combattants au maximum.

Un commis peut être désigné pour dégager le chef de lutte d'une partie des travaux administratifs qui pourraient l'empêcher d'accomplir le surcroît de travail de direction, de planification et de coordination. Cette affectation constitue une forme de délégation d'autorité qui ne modifie pas la structure de l'organisation comme telle.

Un responsable doit être nommé pour chaque groupe de travail formé; il est de plus avantageux de présenter aux combattants le chef d'équipe comme étant leur supérieur immédiat dans la nouvelle organisation et d'établir clairement l'objectif à atteindre. Les chefs d'équipe doivent enfin savoir quels moyens utiliser pour entrer en relation avec le chef de lutte.

Selon les circonstances, le chef de lutte confiera une partie du périmètre à chacune des équipes ou encore, il répartira le travail en phases ou séquences d'opération. Par exemple, il pourra confier le débroussaillage d'un sentier à une équipe, l'installation d'une ligne de boyau à une autre, la construction d'une ligne d'arrêt à une troisième, etc.

Si le nombre de combattants demeure relativement faible, soit entre 15 et 30, il n'est pas automatiquement nécessaire de nommer deux chefs d'équipe. Lorsque tous les effectifs doivent travailler sur une même ligne d'arrêt, le chef de lutte peut très bien continuer à diriger lui-même une partie des combattants. Toutefois, si la sitaution se détériore à tel point que le nombre de travailleurs doive augmenter, le chef de lutte n'a pas à hésiter pour se faire remplacer par un chef d'équipe.

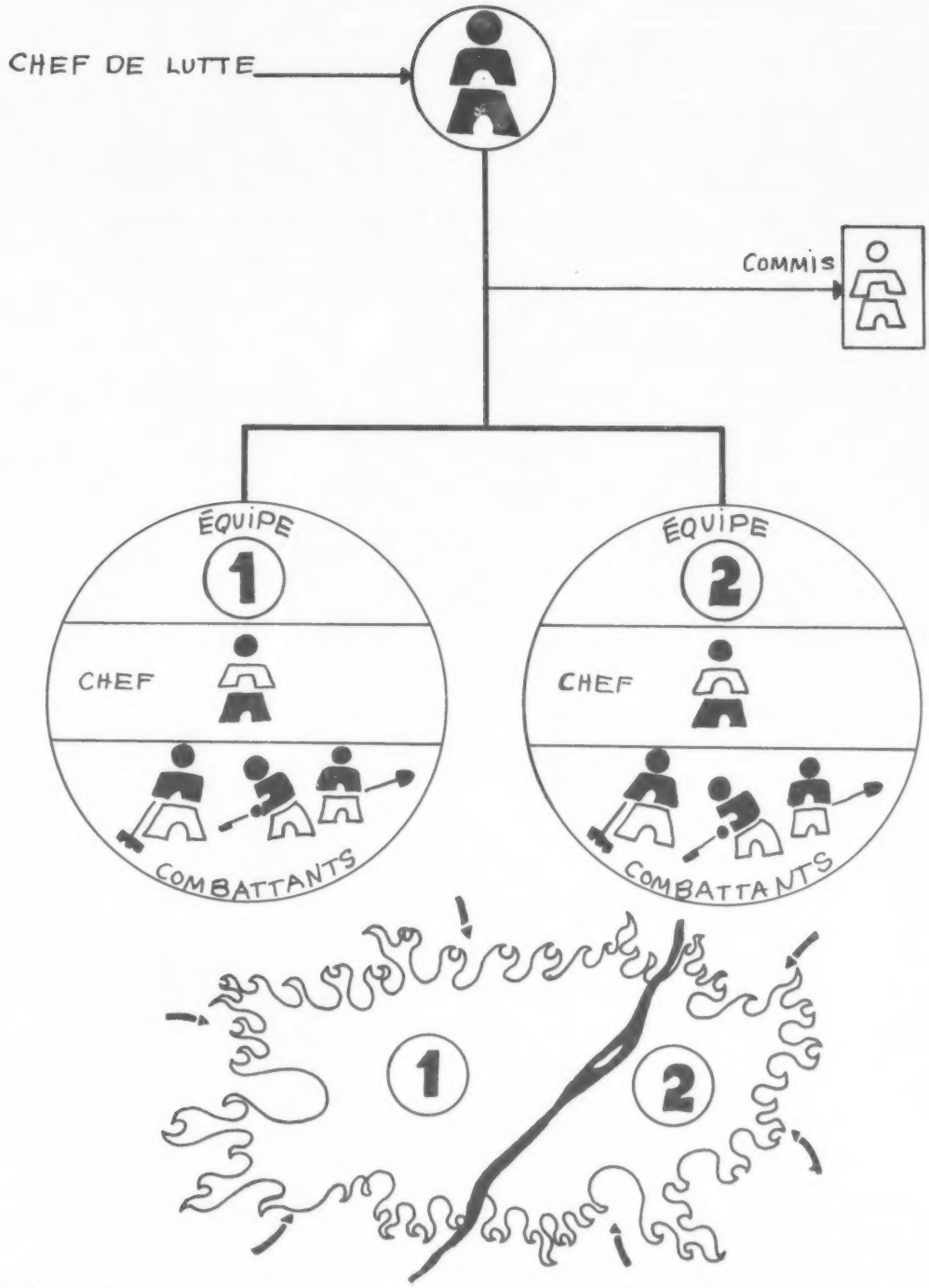


FIGURE 92 DEUXIÈME STADE D'ORGANISATION : FORMATION D'ÉQUIPES

Dès qu'il faut mettre sur pied une organisation de combat comptant plus de 25 combattants, la présence d'un palier intermédiaire entre le chef de lutte et les combattants s'avère indispensable; une personne est alors nommée chef d'équipe et chargée de la surveillance. En agissant ainsi, le chef de lutte se libère des détails techniques d'exécution pour conserver une vue d'ensemble de la situation. Par l'entremise d'au moins deux chefs d'équipe, il est en mesure de diriger simultanément le travail de tous les combattants. Il respecte ainsi les critères de limitation de l'aire de contrôle puisqu'il se contente de diriger un nombre d'hommes restreint. Rappelons cependant qu'en déléguant une partie de son autorité aux chefs d'équipe, il n'a plus à communiquer directement avec les combattants en vertu du principe de l'unité de commandement.

10.2.3 Troisième stade: établissement de sections

Lorsque le périmètre de l'incendie prend des proportions telles que le chef de lutte ne peut plus diriger adéquatement les opérations à cause du trop grand nombre d'équipes à surveiller et de l'importance des tâches de soutien, la subdivision de l'incendie en secteurs d'intervention et la désignation de responsables particuliers, les chefs de section, deviennent des nécessités absolues. Cette situation se présente lorsque le nombre d'équipes dans une organisation de combat du deuxième stade atteint la dizaine.

En plaçant un nouvel intermédiaire entre lui et les chefs d'équipe, le chef de lutte doit leur présenter le chef de section comme étant leur nouveau supérieur immédiat et surtout, leur fixer l'objectif à atteindre dans chaque secteur. Le nombre de section à former variera d'après le nombre d'équipes impliquées dans la lutte. Une section doit compter au moins deux équipes et un maximum de cinq pour respecter les principes de l'aire de contrôle. Les secteurs (portions du périmètre de l'incendie) et les sections (regroupement de combattants) sont identifiés par les lettres de l'alphabet à mesure que leur nombre augmente, alors que les équipes sont plutôt désignées par des chiffres.

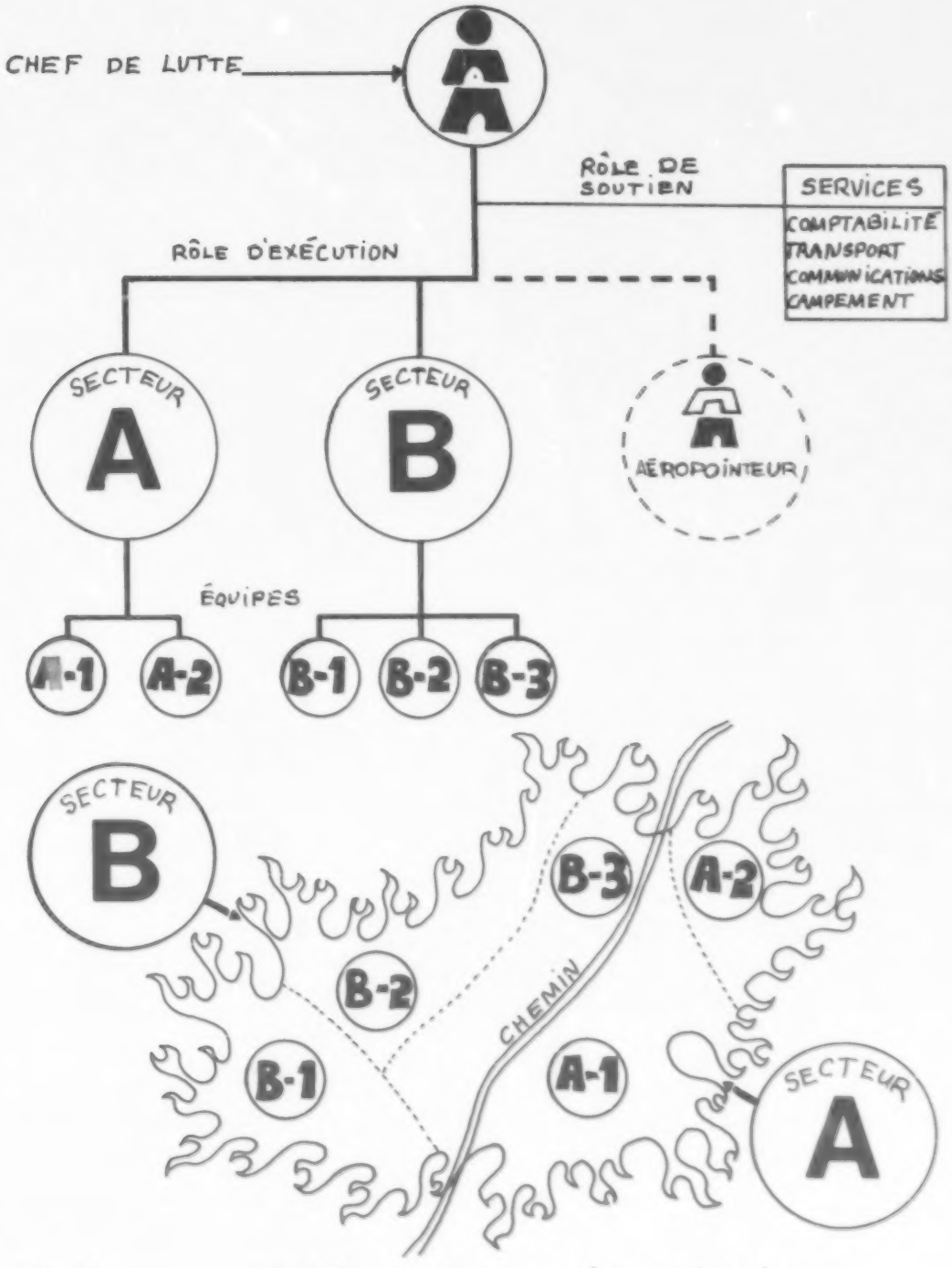


FIGURE 94 TROISIÈME STADE D'ORGANISATION : ÉTABLISSEMENT DE SECTIONS

Il faut choisir soigneusement la personne devant assumer les responsabilités de direction d'une organisation de lutte qui atteint le troisième stade de développement. Le chef de lutte n'a plus alors à surveiller personnellement le travail des combattants sur les diverses portions de l'incendie, ni à se préoccuper des problèmes d'intendance. Il doit donc avant tout être capable d'organiser, de planifier et de coordonner l'action dans son ensemble.

Le troisième stade d'organisation se distingue également par la dissociation des rôles d'exécution et de soutien. Les opérations de combat sont confiées aux différents chefs de section, alors que les tâches auxiliaires sont attribuées à un responsable des services placé sous l'autorité directe du chef de lutte. Si les circonstances l'exigent, le chef des services peut lui aussi s'adjoindre d'autres personnes, ce qui lui permettra de mieux s'acquitter des tâches liées à l'approvisionnement, aux transports, aux communications, etc. Il est évident que si une organisation d'envergure devient nécessaire pour combattre un incendie, le volume de travail exigé des services de soutien augmente également dans les mêmes proportions.

Par ailleurs, l'utilisation croissante des avions-citernes et l'importance stratégique de leur contribution justifient l'intégration à la structure de l'organisation d'une personne compétente en la matière. En effet, le chef de lutte trouvera avantage à recourir aux services d'un responsable des arrosages aériens, soit l'aéropointeur, s'il veut augmenter la contribution de ces appareils.

10.2.4 Quatrième stade: spécification poussée des tâches

Lorsque la lutte contre un feu de forêt mobilise un nombre considérable de combattants, organisés en une multitude d'équipes placées sous l'autorité de chefs de section, et que l'incendie semble vouloir continuer de s'accroître en superficie, il arrive un moment où le chef de lutte ne peut plus diriger adéquatement les responsables de section à cause de leur trop grand nombre. Cette situation devient apparente quand le chef de lutte ne réussit plus, faute de temps, à maintenir les contacts fréquents qu'il devrait avoir avec ses différents adjoints.

C'est à ce moment que l'organisation de lutte doit être structurée davantage afin de donner une part encore plus grande à la spécialisation, à la délégation d'autorité, à la planification, à la coordination et à la direction. Le travail du chef de lutte consistera alors à désigner un ou plusieurs responsables de zone, chaque zone étant une portion de l'incendie constituée de deux à quatre secteurs. Les chefs de section auront désormais à se rapporter directement aux divers chefs de zone, lesquels constitueront les seuls interlocuteurs admis auprès du chef de lutte pour répondre de la responsabilité de l'exécution des opérations de combat.

Avant de confirmer un chef de zone dans ses fonctions, le chef de lutte doit prendre le temps de le renseigner sur les facteurs constituant la base du plan d'attaque. En le présentant aux chefs de section qui seront placés sous son autorité, le chef de lutte en profite également pour délimiter clairement la zone de travail, fournir les renseignements concernant les camps, les services de soutien, les effectifs et l'équipement affectés dans les divers secteurs, expliquer le plan d'attaque général et les plans particuliers et alternatifs, rappeler les mesures de sécurité à respecter et surtout, préciser de façon non équivoque l'autorité et les responsabilités du chef de zone.

En désignant un ou plusieurs chefs de zone, l'organisation de lutte devient fort complexe puisqu'on introduit ainsi un quatrième palier d'autorité. Le responsable de zone doit par conséquent être un homme très expérimenté car c'est lui, en définitive, qui dirige l'exécution des travaux dans la portion du périmètre qui lui est confiée. Il doit travailler en étroite collaboration avec le chef de lutte pour tout ce qui concerne l'application de la stratégie globale de combat, mais il peut choisir lui-même les objectifs immédiats de l'attaque après avoir procédé à une analyse de la zone placée sous sa responsabilité. Il établit donc les priorités des travaux à accomplir, déplace s'il y a lieu les effectifs, décide de l'usage de tel ou tel équipement, etc. Dans son territoire, le chef de zone planifie, coordonne et surveille l'exécution de tous les travaux de combat. Cette latitude donnée au chef de zone constitue une certaine forme de décentralisation.

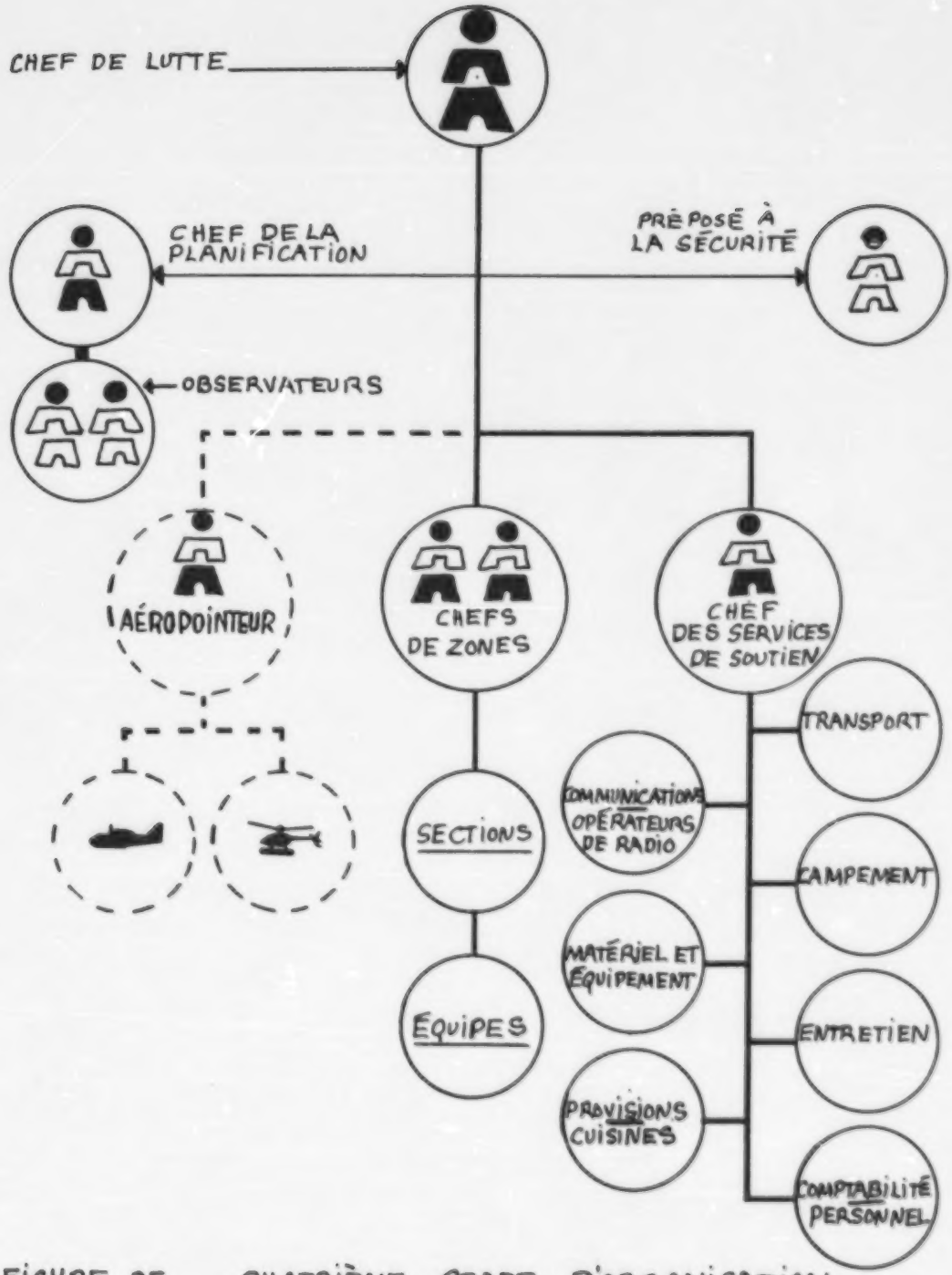


FIGURE 95 QUATRIÈME STADE D'ORGANISATION: SPÉCIALISATION POUSSÉE DES TÂCHES

A cause de l'envergure de l'incendie, le chef de lutte doit enfin s'adjoindre un responsable de la planification et un préposé à la sécurité, car ces deux fonctions ne peuvent jamais être négligées. De son côté, le chef des services doit lui aussi compter sur d'autres personnes pour veiller de plus près aux opérations de soutien comme le transport, les communications, le campement, l'entretien, le matériel et l'équipement, les provisions et enfin, la comptabilité et la gestion du personnel.

Il convient d'insister sur l'importance de la subdivision du périmètre d'un incendie en zones, secteurs ou portions de ligne. Cette opération doit être réalisée avec soin de façon à éviter toute ambiguïté entre les responsables; en prenant avantage des accidents du terrain et des points de repère facilement identifiables au sol et du haut des airs, ces derniers sauront mieux se situer et éviteront de négliger certains coins de l'incendie. Mentionnons ici que la manière la plus pratique pour identifier les zones est d'utiliser les points cardinaux.

10.3 ORGANISATION DES SERVICES DE SOUTIEN

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, l'organisation des services de soutien peut être structurée de diverses façons. A chacun des stades d'organisation, cette structure doit donc demeurer excessivement souple pour être capable de s'adapter au volume de travail à exécuter, lequel augmente au fur et à mesure que s'intensifient les opérations de lutte.

Toutes les activités pertinentes au transport, aux communications, au campement, au matériel, à l'entretien, à la comptabilité et aux provisions ne présentent pas la même importance à chacun des stades d'organisation. Ainsi, au premier stade, les effectifs sont suffisamment réduits pour permettre au chef de lutte de s'occuper personnellement de ces activités. Au deuxième stade d'organisation, la présence d'un commis expérimenté, possédant beaucoup d'initiative, devient indispensable pour dégager le chef de lutte de certaines tâches secondaires qui pourraient lui faire perdre un temps précieux, comme la transmission des messages par radio, la réquisiton et la vérification de l'équipement.

Il est opportun de souligner que sur un feu de faible superficie (stades 1 et 2) les services de soutien sont très souvent dispensés par la division locale de l'organisme de protection responsable. Il est également possible de localiser l'organisation des services de soutien auprès de cette division locale quand il s'avère nécessaire de desservir simultanément plusieurs campements engagés dans le combat d'incendies différents. Toutefois, pour un incendie important, les services et l'approvisionnement doivent plutôt être fournis par l'organisation même des services de soutien, installée au quartier général.

Le nombre d'hommes requis pour faire fonctionner les services de soutien sur un feu important ne peut pas être défini à l'avance. Le chef de lutte doit en arriver à déterminer la structure et les effectifs requis en analysant la charge de travail à exécuter; celle-ci varie d'un incendie à l'autre, même si la superficie du feu est relativement la même, car elle dépend également de facteurs tels que l'éloignement du feu, les facilités d'accès, les capacités du chef de lutte, etc.

Selon le principe de limitation de l'aire de contrôle et celui de l'unité de commandement, le chef de lutte désigne habituellement un chef des services de soutien dès le troisième stade d'organisation. La fonction du responsable de ces services est d'organiser et de diriger un certain nombre de sections de base. On en distingue sept, à savoir: l'opération du campement principal, l'approvisionnement en nourriture, l'approvisionnement en matériel et en équipement, l'entretien de l'équipement, le transport, les communications et la comptabilité.

Pour déterminer les responsables des différentes sections énumérées ci-dessus, le chef des services de soutien évalue à son tour la charge de travail qui revient à chacune d'elle. On retrouvera en annexe la description des différentes fonctions qui incombent aux responsables de chacun de ces services de soutien. Sans reprendre ici cette énumération de fonctions, nous allons examiner certains aspects propres à chacun des services de soutien.

10.3.1 Organisation du campement principal

La majorité des incendies de forêt ont avantage à être combattus à partir d'un campement principal, particulièrement s'ils couvrent une vaste superficie. Cette disposition permet de concentrer les ressources de combat dans le but de les utiliser de la meilleure façon possible, compte tenu des conditions changeantes du feu.

Autant pour le confort des combattants que pour l'efficacité de la direction des opérations de lutte, un campement rationnel s'avère une nécessité absolue. En effet, le rendement des combattants dépend dans une très large mesure de la qualité du repos et de la nourriture qu'ils obtiennent dans un campement. De même, ce dernier constitue l'endroit idéal pour aménager le quartier général, lieu où les informations sont compilées et analysées, les plans élaborés et où le matériel et l'équipement sont basés.

Le campement comme tel constitue une structure complexe, surtout dans une grande organisation de combat. S'il n'y a aucun camp forestier de disponible près de l'incendie, le chef des services doit affecter une personne à l'organisation et au fonctionnement d'un campement.

Le choix de l'emplacement constitue une opération assez délicate. En localisant le campement, conformément aux directives du plan d'attaque, le chef du campement doit veiller à respecter les critères suivants:

Endroit sûr:

Le campement doit être à l'abri du feu, c'est-à-dire situé dans un lieu où il sera facile de le protéger contre un incendie menaçant. Les bords d'un lac ou d'une rivière constituent des endroits qui peuvent être défendus avec succès ou évacués rapidement.

Proximité du travail:

Si les combattants ont à se rendre à leur travail à pied, il est important d'éviter les pentes et les élévations car il en résulterait une perte de temps et un excès de fatigue pour les hommes.

Disponibilité d'une source d'eau:

La préparation de la nourriture et l'installation de lavabos exigent la présence d'une source d'eau potable. La proximité d'un ruisseau ou d'un lac est donc à rechercher, mais il faut en même temps éviter de les polluer par les eaux résiduaires ou autres déchets.

L'organisation d'un campement requiert l'installation de nombreux dispositifs qui ne doivent pas être distribués au hasard, mais selon un plan qui permettra d'éviter l'encombrement, de respecter les règles élémentaires d'hygiène et de prévoir l'expansion ultérieure des activités qui s'y déroulent (figure 96). On remarquera que la cuisine constitue le point central de tout campement puisqu'elle conditionne en quelque sorte le rendement des combattants.

Les principaux aménagements requis dans un campement utilisé lors du combat d'un feu d'envergure sont la cuisine, les foyers, la source d'eau, le quartier général, le dépotoir, les dortoirs de jour et de nuit, les latrines, les lavabos, les aires de stationnement, le dépôt d'équipement, l'atelier d'entretien, l'héliport, le dépôt de carburant et d'huile, le quai pour hydravions, les bureaux des services de transport et d'entretien et le magasin. Quand des abris contre le soleil et les intempéries sont nécessaires pour quelques-unes de ces installations, des tentes et des toiles peuvent être employées avec profit.

Le zonage des activités réalisées dans un campement doit être respecté rigoureusement. Ainsi, il est important que le lieu de repos du personnel de direction soit localisé le plus près possible du quartier général, de manière à faciliter la transmission des directives, la réception des rapports et la convocation des réunions de stratégie. D'un

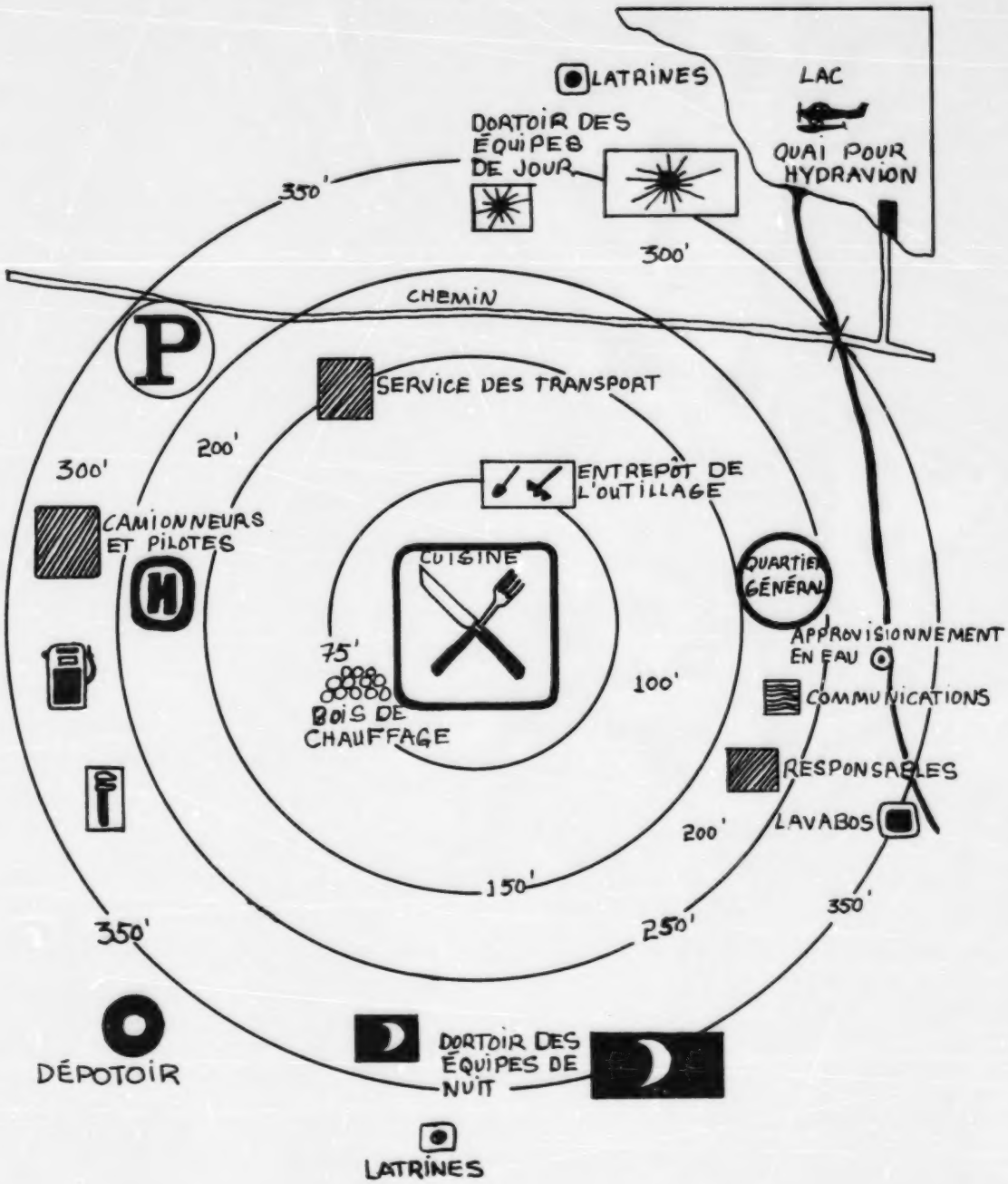


FIGURE 96 ORGANISATION D'UN CAMPEMENT

autre côté, il est primordial d'aménager correctement les latrines, les lavabos, le dépotoir et l'égout des eaux usées afin de favoriser leur utilisation et d'éviter en même temps la pollution de l'eau potable et de l'air (mauvaises odeurs). Enfin, le choix de l'emplacement des dortoirs doit être fait en vue de garantir la tranquilité des combattants qui s'y retirent durant la nuit ou au cours de la journée.

10.3.2 L'approvisionnement en nourriture

L'organisation de l'approvisionnement en nourriture ne peut être faite à la légère lorsqu'il s'agit de nourrir des effectifs nombreux et ce, même si le combat des feux constitue une opération à caractère d'urgence. En effet, la préparation des repas exige un personnel qualifié et un matériel adéquat car elle s'effectue dans des conditions souvent très difficiles, avec des horaires irréguliers et des facilités réduites. La nourriture doit être de première qualité et en quantité suffisante pour satisfaire les appétits les plus voraces. De plus, les règles de l'hygiène doivent continuer d'être respectées malgré tous les désavantages d'une cuisine de terrain.

La variation du nombre de combattants à nourrir, leur dispersion, la longueur des journées de travail, la carence de certaines denrées et l'habileté des cuisiniers sont autant de facteurs qui conditionnent le rendement d'une " cuisine de feu ". Même dans les endroits d'accès difficiles, on doit le plus souvent s'accomoder d'une organisation de fortune, dont il faut pourtant tirer le meilleur parti possible, au risque de susciter le mécontentement des travailleurs.

L'instrument le plus utile pour les cuisiniers est sans contredit le poêle. Toutefois, le poids considérable des modèles utilisés dans les camps forestiers en interdit l'utilisation dans la majorité des cas. Il faut donc recourir au poêle à bois portatif, au poêle à gaz ou tout simplement, au foyer couvert. Ce dernier peut rendre beaucoup de services lorsqu'il est bien aménagé.

La plus grande partie du matériel de cuisine est composée de

chaudrons, de marmites, de vaisselle, d'ustensiles, etc. Ces articles forment habituellement des batteries de cuisine compactes comprenant, dans un contenant unique, tout ce qui est nécessaire pour préparer et servir des repas à un nombre déterminé de personnes (25 ou 50 par exemple) et que l'on peut multiplier et combiner au besoin. En raison des nombreux avantages que présente l'utilisation d'assiettes et de tasses de carton ou de matière plastique, de même que les ustensiles en matière plastique, ces articles sont de plus en plus répandus. Ils s'avèrent particulièrement pratiques lorsque les combattants doivent prendre leurs repas à l'extérieur du campement; au lieu de leur fournir les tratitionnels sandwiches, on peut alors servir des repas chauds transportés sur les lieux de travail dans de gros récipients thermos. Le prix modique des objets jetables et l'économie réalisée aux niveaux de la manipulation et de l'entretien de la vaisselle rendent leur utilisation souhaitable pendant les opérations de combat.

Pour éviter la motonie des repas, l'approvisionnement en denrées alimentaires doit prévoir une variété de mets aussi grande que possible, compte tenu évidemment des disponibilités financières. Dans le but de sauver du temps et de prévenir des erreurs et des omissions, il est avantageux d'utiliser des listes de provisions et des tables de ration pour la préparation des réquisitions. Ces commandes doivent spécifier les modalités d'empaquetage, surtout si les produits sont transportés par avion. Cependant, ces listes normalisées ne devraient être employées qu'au cours de la période d'organisation et il faudrait se garder de les renouveler automatiquement. De façon à éviter " l'envahissement des boîtes de conserve ", il est préférable de commander des provisions fraîches pour de courtes périodes; cette pratique permet, en outre, d'éviter l'accumulation de stocks considérables et de prévenir le gaspillage.

L'aménagement même de la cuisine constitue une autre tâche importante qui incombe au préposé à l'approvisionnement en nourriture et aux cuisiniers. Une cuisine de campement ne doit pas être organisée seulement pour la préparation des rapas, mais aussi pour le service ou la distribution de la nourriture. Une installation ordonnée et fonctionnelle s'avère absolument indispensable quand le nombre de combattants est élevé.

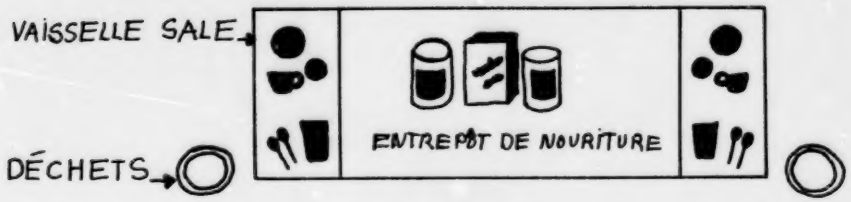
La figure 97 illustre un aménagement type d'une cuisine où les hommes pénètrent à la file par une ou deux ouvertures, selon les besoins, en sortent par une autre après avoir été servis et vont prendre leur repas en plein air ou sous un abri. Pour organiser une telle cuisine, on installe une bâche ou une tente au-dessus de l'emplacement et, tout autour, on aménage des allées à l'aide de câbles ou de perches de bois. L'emploi du système de cafétéria permet d'éviter que les hommes ne s'entassent autour des tables de service; notons que ce système facilite également la préparation et la distribution des repas pour emporter. Des tables rudimentaires devraient être installées autant que possible car elles facilitent la tâche des cuisiniers.

10.3.3 L'approvisionnement en matériel et équipement

Le combat des feux de forêt requiert une grande variété d'outils et de pièces d'équipement, en quantité correspondant aux effectifs engagés dans la lutte. Pour garantir l'efficacité des opérations de combat, il est important d'organiser l'approvisionnement en matériel, outillage et équipement sur une base rationnelle. Dès que le chef des services n'est plus en mesure d'assumer cette tâche de manière à répondre à tous les besoins, il doit en confier la responsabilité à une autre personne.

Le préposé au matériel et à l'équipement doit être un homme très ordonné. Sa première tâche consiste habituellement à aménager un entrepôt temporaire suivant le même principe que la cuisine de campement. Comme le montre la figure 98, les combattants qui ont besoin d'équipement de travail passent à la file par l'entrée appropriée, chacun devant prendre possession de l'outil qui lui est assigné; au retour du combat, chaque travailleur rapporte son outil à l'entrepôt et le dépose à l'endroit désigné. Le préposé au matériel et à l'équipement, ou le commis, prend note de toutes les sorties et de toutes les entrées d'articles dont il a la surveillance.

Chaque objet retourné à l'entrepôt est soigneusement vérifié, remis en état si nécessaire, et replacé dans un compartiment d'où il sera



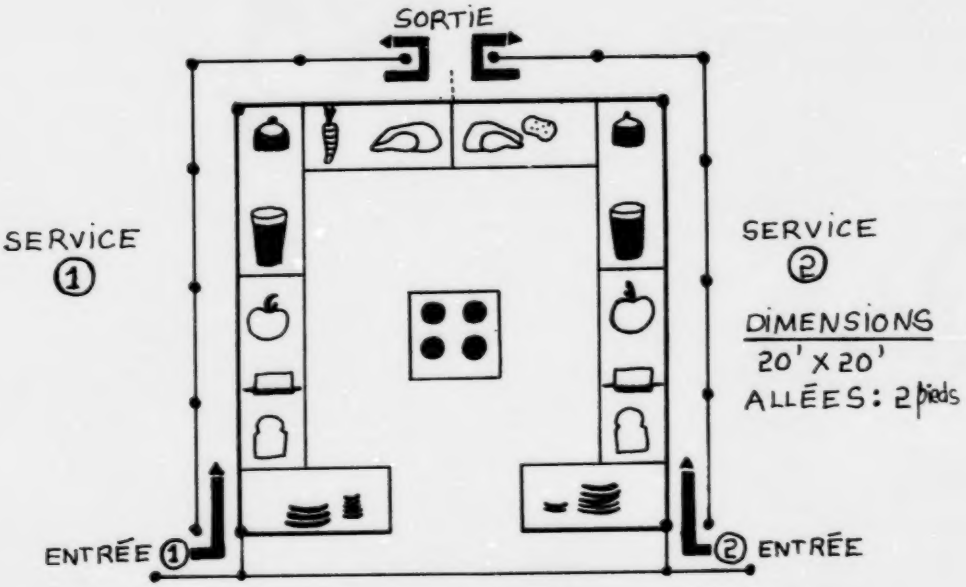


FIGURE 97 CUISINE DE CAMPEMENT (CAPACITÉ DE 250 HOMMES)

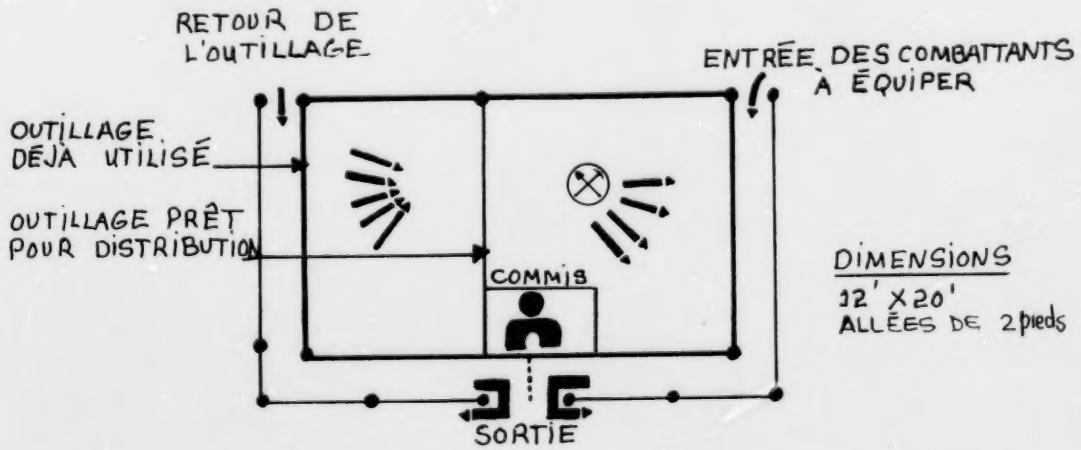


FIGURE 98 ENTREPÔT D'OUTILLAGE

repris pour être confié à un autre combattant se rendant au feu. Ce système ordonné assure que les articles prêtés sont en bonne condition pour être utilisés, contribue à prévenir les pertes de matériel et permet d'accroître le rendement des combattants.

10.3.4 L'entretien de l'équipement et des véhicules

Lorsqu'un fort volume d'équipement manuel ou mécanique est employé dans le combat des incendies, les risques de bris ou de pannes augmentent considérablement. Il devient alors avantageux d'engager un mécanicien qui sera capable d'effectuer sur le terrain des réparations mineures sur les motopompes, la machinerie lourde, les véhicules, les scies mécaniques, l'outillage, etc.

Il est absolument inutile d'entreprendre des réparations majeures dans un campement, car les facilités réduites de travail entraînent la plupart du temps des pertes d'énergie. Il est préférable de remplacer l'équipement défectueux et de le faire réparer dans des ateliers permanents.

Pour faciliter l'entretien de l'équipement et des véhicules, la collaboration des opérateurs s'avère indispensable. S'ils sont suffisamment expérimentés, les opérateurs peuvent prévenir de nombreux problèmes qui surviennent à la suite d'une utilisation indue; de plus, ils doivent être capables, le cas échéant, de localiser les défauts et le mauvais fonctionnement de l'équipement employé.

10.3.5 Le transport

Dans toute organisation de combat des incendies, les activités de transport des combattants, de l'équipement de lutte et des approvisionnements occupent une place stratégique. Lorsque l'incendie est éloigné des centres de ravitaillement, des sources de main-d'oeuvre et des dépôts d'équipement, cette tâche de soutien compte parmi les actions les plus importantes à organiser sur une base efficace.

Etant donné que le service du transport ne suscite pas lui-même des besoins et que la totalité des actions qu'il peut réaliser lui sont commandées par le chef de lutte ou encore par le chef des services, le préposé au matériel et à l'équipement ainsi que le préposé aux provisions et à la cuisine, il est nécessaire que ceux-ci fournissent dans la meilleure forme possible les informations requises pour planifier et coordonner le travail.

La transmission de directives verbales au responsable des transports devrait être évitée parce qu'elle n'est pas efficace dans une grande organisation. Les principaux usagers du service des transports ont avantage à employer des aides visuelles, étiquettes, écriteaux ou autres, indiquant notamment:

- le nombre d'hommes et les quantités de matériel et d'équipement prêts à être transportés vers les différents incendies combattus dans une division de protection ou chacun des campements établis pour les fins du combat d'un incendie couvrant une vaste superficie;
- le nombre d'hommes et les quantités de matériel et d'équipement réquisitionnés et susceptibles d'être transportés un peu plus tard à un feu ou à un campement;
- la destination précise de tous les articles à transporter.

Les informations précédentes permettront de planifier les besoins immédiats et de coordonner ceux à venir. Pour faciliter encore davantage le travail du service des transports et pour assurer la rapidité des livraisons, chaque usager devrait disposer d'une surface suffisamment grande pour classer les articles à transporter selon leur destination. Un tel système garantit la livraison complète de chaque commande et permet au préposé au transport et aux opérateurs de véhicules, d'aéronefs ou d'embarcations d'évaluer rapidement le volume et le poids total des marchandises à livrer et de choisir le moyen de transport le plus approprié.

10.3.6 Les communications

L'importance des communications dans une organisation de lutte contre les feux de forêt n'est plus à démontrer. Si l'aménagement et l'opération d'un ou de plusieurs réseaux de communication constituent des opérations fort simples au cours des deux premiers stades d'organisation, ces tâches se compliquent rapidement dans les troisième et quatrième stades. Au début, le chef de lutte et le commis peuvent suffire à la tâche, mais quand l'organisation devient plus complexe et que le volume de messages à transmettre augmente, la fonction " communications " doit se différencier graduellement.

Le préposé aux communications a pour responsabilité de relier entre elles les différentes unités de travail de façon à ce que le chef de lutte soit constamment au courant des progrès du feu et qu'il puisse transmettre ses directives rapidement. Le réseau de communications doit également permettre d'assurer la sécurité des combattants, de leur procurer l'outillage, l'équipement et les provisions dont ils ont besoin, d'établir un contact permanent avec le quartier général de l'organisme de protection et enfin, d'assurer une liaison avec les pilotes des avions de reconnaissance et de pointage.

Il convient de préciser qu'un système de communications n'est pas d'une efficacité absolue car il dépend de nombreux facteurs tels que la localisation des stations, la puissance et l'état des appareils, le volume des messages à transmettre, etc. Le préposé aux communications doit veiller à minimiser les effets négatifs des facteurs qu'il peut influencer. Le choix judicieux des stations et des appareils ainsi que l'établissement d'un code et d'un horaire de transmission représentent les principales précautions à prendre.

10.3.7 La comptabilité

A l'instar de nombreuses entreprises, le fonctionnement d'une organisation de lutte contre les feux de forêt implique la réalisation de certains travaux de secrétariat. Au cours du premier stade d'organisation,

le volume des travaux de cette nature est trop faible pour justifier l'engagement d'un responsable et les officiers de l'organisme local de protection peuvent facilement se charger des procédures d'engagement de personnel, de la comptabilité, du contrôle de l'équipement, etc.

Dès le deuxième stade d'organisation, l'augmentation du nombre de combattants entraîne cependant un surcroît de travaux de secrétariat qui ont avantage à être réalisés à proximité de l'endroit où se déroulent les opérations de combat. La nomination d'un commis, alors que la dimension de l'organisation de lutte est encore réduite, permet de mettre sur pied assez facilement un système ordonné de comptabilité. C'est en prenant la situation en main dès le départ qu'il sera éventuellement possible de réaliser les tâches supplémentaires qui s'ajouteront au fur et à mesure que croîtra l'organisation. Un bon système de secrétariat est toujours utile pour éviter les pertes de temps et d'équipement, pour contrôler les dépenses et pour surveiller l'emploi du temps des combattants.

Le commis doit être bien équipé, car son travail exige la manipulation de nombreux documents et la surveillance de toutes les activités qui se déroulent au campement. Avant d'être débordé de travail, le commis recourra à l'engagement de personnel supplémentaire: opérateur de radio, préposé au matériel et à l'équipement et pointeur de temps.

10.4 MESURES VISANT A ENTRETENIR LE MORAL DES COMBATTANTS

Quand on parle du moral des membres d'une organisation de lutte contre le feu, on réfère habituellement à une disposition temporaire à supporter plus ou moins bien les difficultés. Le moral constitue un état d'âme dont l'organisation tout entière est plus ou moins consciemment imprégnée. Comme tous les états d'âme, il est fluide et changeant. Le bon moral ne doit jamais être considéré comme une donnée permanente, mais au contraire soigneusement entretenu.

Dans une organisation, les principaux facteurs susceptibles d'affecter le moral des combattants sont l'autorité ou le leadership,

les objectifs, la rémunération, les stimulants, les installations matérielles, comprenant le campement, la nourriture et l'outillage, l'ambiance, la structure et les contrôles. Par stimulants, on entend la reconnaissance des aptitudes, les chances de progression, la fierté du travail bien fait et les récompenses accordées au mérite. De tous ces éléments considérés comme essentiels dans une grande organisation de combat, le plus important est sans contredit la confiance que témoignent les combattants envers les détenteurs de l'autorité.

La fatigue qui résulte de l'exécution de certaines opérations de lutte a tendance à rendre défaitistes la majorité des membres de l'organisation. Ce phénomène guette surtout les responsables lorsqu'ils s'épuisent au combat. Une fois que le moral des dirigeants est affecté, la situation se répercute sur les combattants et provoque des réactions en chaîne. A moins de renouveler le personnel de direction, la seule autre solution qui reste est qu'il prenne de longues heures de repos, particulièrement durant la nuit où les conditions se prêtent le mieux.

Les combattants ont tendance à modeler leur comportement sur celui de leurs patrons. Aussitôt que ceux-ci montrent le moindre signe de défaite, la nouvelle circule rapidement à tous les niveaux de l'organisation et la défaite réelle ne tarde pas à se manifester. C'est pourquoi le chef de lutte et ses adjoints ne doivent jamais laisser voir le moindre pessimisme, tant dans leur conduite que dans leurs paroles.

Le groupe dirigeant devrait particulièrement éviter les querelles intestines. Les stratégies adoptées n'ont pas à être blâmées au vu et au su de tous par les chefs d'équipe, de même que ces derniers ne doivent pas non plus faire l'objet de critiques devant leurs subordonnés. Les situations de conflit au sein du personnel de direction peuvent être évitées par une bonne organisation et surtout, par une direction habile. En résumé, le personnel d'exécution ne devrait pas être conduit à perdre la confiance et le respect indispensables qu'il doit avoir envers la direction, à cause de gestes maladroits de la part du personnel d'encadrement.

Les hommes n'hésiteront pas habituellement à suivre un chef quand ils sont convaincus qu'il connaît bien son travail. Ils le suivront encore plus loin s'ils savent que leur responsable se préoccupe continuellement de leur sécurité et qu'il ne les mettra pas inutilement dans une situation difficile.

Les règles permettant d'entretenir le moral des combattants ne sont pas nombreuses; les dirigeants doivent bien connaître leur métier, savoir prendre des décisions et se montrer fermes, tout en étant plaisants et en manifestant une attention sincère envers les hommes dont ils dirigent le travail. Le chef d'équipe ou les autres personnes de la direction ne peuvent rien faire sans les combattants et ces derniers ne leur accorderont que ce qu'ils valent.

10.5 LA SECURITE DANS UNE ORGANISATION DE LUTTE CONTRE LE FEU

De façon générale, on a tendance à exagérer le danger qui menace les combattants d'un incendie de forêt, car l'expérience démontre que les accidents mortels imputables au feu lui-même sont très rares. La majorité des accidents surviennent plutôt lorsque les travailleurs manipulent avec négligence l'équipement mis à leur disposition. Cette situation n'est cependant pas propre au combat des incendies et les accidents peuvent diminuer de beaucoup en prenant certaines précautions.

La prévention des accidents constitue un impératif dans une grande organisation de lutte contre le feu. Même si chaque chef d'équipe doit veiller à la sécurité de ses hommes, il devient indispensable, au quatrième stade d'organisation, que le chef de lutte désigne une personne dont la seule préoccupation sera de surveiller l'application des règles de sécurité et, s'il y a lieu, celles d'hygiène. Sur un feu de faible superficie,cette personne peut aussi s'avérer nécessaire si les travailleurs sont inexpérimentés et si les dangers sont grands. Le travail de tout groupe de combattants ne peut être réellement efficace que s'il s'exerce en toute sécurité. Pour cela, la prévention des accidents doit devenir une préoccupation constante de tous les membres de l'organisation, quelle que soit l'urgence de la tâche à accomplir.

De nombreuses règles de sécurité ont déjà été énoncées dans les chapitres traitant de la manipulation de l'équipement. Il n'est cependant pas superflu d'insister sur les mesures à prendre pour protéger les combattants durant leur travail ou leurs déplacements et pour éviter qu'ils ne soient cernés par l'incendie.

10.5.1 Protection des combattants menacés par le feu

L'encerclement de combattants par le feu résulte généralement de l'inexpérience d'un chef d'équipe ou de la panique qui gagne les combattants quand le feu devient menaçant. La plus importante règle concernant la sécurité des combattants exige de maintenir les hommes ensemble de façon à éviter la disparition de l'un d'entre eux. Si le responsable du groupe se montre calme, au lieu d'énerver les combattants, il sera mieux en mesure d'évaluer la gravité de la situation et de localiser la voie de retraite qui conduira les hommes en lieu sûr.

Quand il s'avère nécessaire de déplacer une équipe menacée par la tête de l'incendie, deux solutions peuvent être envisagées. La première consiste à traverser rapidement la bordure du feu, à un endroit où l'intensité de la chaleur et de la fumée permet aux combattants de le faire. Ceci ne devrait cependant être tenté qu'en dernier ressort et à la condition qu'il existe des combustibles légers. La deuxième solution consiste à s'éloigner du feu à angle oblique par rapport à sa bordure. Il est plus facile de réussir cette fuite en descendant une pente et en avançant à travers des peuplements de faible densité. Les chablis et les jeunes peuplements devraient donc être évités car ils ralentissent la progression des combattants; de plus, ces derniers risquent de s'y blesser en trébuchant ou en glissant sur les troncs d'arbres.

10.5.2 Mesures préventives générales

Le dirigeant d'un groupe de combattants ne peut être tenu responsable de tous les cas de négligence qui surviennent dans l'emploi de l'équipement. Néanmoins, il est de son devoir de prévenir chacune des suites fâcheuses, pour lui-même ou ses compagnons de travail qui peuvent découler d'une seule erreur de jugement. Il exigera en particulier de conserver un espace suffisant entre les hommes affectés à la construction d'une ligne d'arrêt lorsque ceux-ci utilisent des outils lourds et coupants.

Quand les combattants travaillent au bas d'une pente d'où pourraient dévaler des roches ou des billes et quand ils évoluent dans un peuplement comportant plusieurs chicots, il est opportun de placer un surveillant dont la tâche serait d'avertir les autres d'une menace immédiate. Cette précaution est fort pertinente car les travailleurs oublient parfois que des éléments situés à l'extérieur d'une ligne d'arrêt constituent des dangers.

Il est aussi important d'empêcher les hommes de marcher sans motif dans les cendres chaudes. Même si une surface semble avoir été complètement brûlée, ceci ne garantit pas que le feu ne puisse couver sous les cendres ou dans l'humus. Il demeure toujours dangereux de s'enfoncer dans ces cendres et de s'infliger de graves brûlures.

Chaque accident qui survient pendant les opérations de combat doit être considéré sérieusement et on ne devrait jamais prendre le risque de négliger même une blessure mineure en apparence, sous peine de retombées plus graves.

bibliographie

Anonyme, - . *Notes on Fire Suppression.* British Columbia Forest Service. Parts one and two.

Anonyme, - . *Report of a Study into the Use of Aircraft in the Control of Forest Fires.* United Aircraft of Canada Limited. Longueil.

Anonyme - . *The Aerial Estimator.* Technical Bulletin. Ontario Department of Lands and Forests.

Anonyme, 1958. *Pensylvania Forest Fire Warden's Manual.* Division of Forest Protection. Department of Forest and Waters. Commonwealth of Pensylvania.

Anonyme, 1958. *Protection contre les feux de forêt.* Direction des Forêts. Ministère du Nord canadien et des Ressources nationales. Publication diverse no 4.

Anonyme, 1960. *District Forest Fire Control Planning Manual.* Ontario Department of Lands and Forests.

Anonyme, 1963. *Chemicals for Forest Fire Fighting.* National Fire Protection Association, Boston.

Anonyme, 1964. *Introduction to the Fundamentals of Fire Behavior.* Forest Service, United States Department of Agriculture.

Anonyme, 1965. *Air Operations for Forest Brush and Grass Fires.* National Fire Protection Association, Boston.

Anonyme, 1965. *Aviation Weather.* United States Department of Commerce. Weather Bureau.

Anonyme, 1965. *Directives sur la conduite des opérations de combat d'un incendie forestier.* Service de la Protection. Ministère des Terres et Forêts du Québec.

Anonyme, 1965. *Glossaire de termes employés en protection des forêts contre le feu.* Comité associé de protection des forêts contre le feu. Conseil national de Recherches. Ottawa.

Anonyme, 1965. *Studies of the Use of Aircraft in Forest Fire Control.* Canada Department of Forestry, Progress Report 65-0-2. Richmond Hill, Ontario.

Anonyme, 1967. *Aerial Cargo Dropping.* Ontario Department of Lands and Forests. Manual.

Anonyme, 1968. *Instructions sur l'utilisation de l'équipement en protection des forêts.* Ministère des Terres et Forêts du Québec.

Anonyme, 1969. *A Guide to Effective Use of Air Tankers for Forest Officers.* British Columbia Forest Service. Forest Protection Handbook Series, no 1.

Anonyme, 1969. *Forest Fire Suppression.* Ontario Department of Lands and Forests.

Anonyme, 1970. *Canadian Forest Fire Weather Index.* Canadian Forestry Service Department of Fisheries and Forestry.

Anonyme, 1970. *National Forest Fire Seminar on Aircraft Management.* Associate Committee on Forest Fire Protection, Special Report no 1.

Anonyme, 1971. *Fire in the Northern Environment.* (Symposium) Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland Oregon.

Anonyme, 1971. *Règles fondamentales du combat des feux de forêt.* Association protectrice des forêts Laurentiennes, Baie Comeau.

Bernier, Geo. H., 1965 *La protection des forêts contre le feu.* Québec.

Davis, Kenneth P., 1959 *Forest Fire: Control and Use.* Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New-York

Grigel, J. E., 1970 *The Use of Airtankers for Fire Suppression in Canada.* Forest Research Laboratory, Edmonton, Alberta. Internal Report A-33 (Not for publication) Canadian Forestry Service, Department of Fisheries and Forestry.

Hawley Ralph C. and Stickel, Paul W., 1948 *Forest Protection.* John Wiley and Sons, Inc., New-York.

Hodgson, Brian S., 1967 *A Procedure to Evaluate Ground Distribution Patterns for Water Dropping Aircraft.* Forest Fire Research Institute, Ottawa. Information Report FF-X-9, Forestry Branch. Canada Department of Forestry and Rural Development.

Hodgson, B.S. and Little, E.C., 1970 *Airtanker Evaluation in Tree Canadian Provinces 1965-67.* Forest Fire Research Institute, Ottawa, Ontario. Information Report FF-X-26, Canadian Forestry Service, Department of Fisheries and Forestry.

Jackson A.G., Philpotts, L.E. and Cuyler, R.S., 1963 *Use of Aircraft for Forestry, Agriculture and Related Purposes in Canada 1961.*

Kirk, A.J. (1963). *Handbook on Use of Bulldozers for Fighting Forest Fires.* British Columbia Forest Service. Department of Lands, Forests and Water Resources.

Linkewick, Alexander, 1966 *Pilot's Notes for Fire Bombing.* Red Deer Alberta

Mac Adam, G.C., 1963 *Instructor's Manual in Forest Fire Suppression Training.* Ontario Department of Lands and Forests.

Mac Pherson, Sam, 1970 *Evaluation of Air Tankers.* National Research Council of Canada, Ottawa.

Mc Namara, Gene, 1967 *Fire Physics.*

Neuns, Alva C., 1950 *Water vs Fire.* United States Forest Service, Department of Agriculture.

Pedley, J.A., 1957 *Handbook Forest Fire Suppression.* British Columbia Forest Service. Department of Lands and Forests.

Palmer, E. Lawrence, 1947 *Wildfire.* Cornell Rural School Leaflet Volume 41, number 2. The New York State College of Agriculture. Cornell University, Ithaca, New-York.

Pouliot, Luc, 1970 *Prévision de météorologie forestière au Québec.* Le Service canadien des forêts, Ministère des Pêches et des Forêts. Institut de recherche sur les feux de forêt. Rapport d'information no FF-X-24.

Steele, Robert W., 1961 *Use of Bulldozers for Fire Line Construction.* Montana Forest and Conservation Experiment Station. School of Forestry, Montana State University, Missoula.

annexes

ANNEXE A

utilisation de la boussole

La boussole est d'un usage tellement courant lors des opérations de lutte contre les feux de forêt qu'il n'est pas superflu d'inclure dans ce manuel les renseignements essentiels que requiert son utilisation. La présente section traite brièvement des principes de base de la boussole, de ses caractéristiques, des types de boussoles utilisées, de leur fonctionnement et enfin, de leur emploi pour le travail avec des cartes et pour la réalisation de relevés.

A - PRINCIPES DE BASE DE LA BOUSSOLE

Tout objet aimanté est influencé par le champ magnétique qui entoure la terre. Les lignes de force de ce champ agissent dans une direction voisine de la direction nord-sud.

Afin de décrire l'orientation du champ magnétique terrestre, il est nécessaire de se rappeler que le *méridien géographique* est un plan qui passe par un point de la surface du sol et par les deux pôles géographiques de la terre. Si l'on place le centre d'une aiguille aimantée sur

un pivot, celle-ci a la propriété de s'orienter dans le sens des lignes de force du champ magnétique, c'est-à-dire à peu près suivant le plan nord-sud passant par son axe, soit le *méridien magnétique*.

L'existence de deux systèmes de méridiens explique la présence dans notre hémisphère de deux pôles ou points de convergence des méridiens, soit le pôle nord, ou nord géographique (aussi appelé vrai nord et nord astronomique), et le pôle magnétique ou nord magnétique. Le premier se situe au point de rencontre des méridiens terrestres et le deuxième est localisé aux environs de la Terre de Baffin, lieu où convergent les lignes de force du champ magnétique. Notons que les cartes sont généralement dessinées selon l'orientation du nord géographique parce que sa position est statique, contrairement au nord magnétique.

La *déclinaison* désigne l'angle que forment, l'un avec l'autre, les méridiens géographiques et magnétiques (figure 99). La grandeur de cet angle dépend de l'endroit où l'on se trouve sur la terre. Au Québec, cette déclinaison est toujours observée du côté ouest comme l'indique la figure 99. Elle varie légèrement chaque année et sa valeur est normalement fournie sur les cartes.

B - CARACTERISTIQUES DE LA BOUSSOLE

La boussole est essentiellement constituée d'une aiguille à extrémité aimantée montée sur un pivot, d'un cadran indiquant les points cardinaux, d'un habitacle servant à protéger l'aiguille et, la plupart du temps, d'une base carrée ou rectangulaire destinée à en faciliter l'utilisation.

1 - L'aiguille aimantée

L'extrémité de l'aiguille peinte en rouge est la partie aimantée; elle pointe toujours vers le nord magnétique. L'autre extrémité s'oriente vers le sud. Mentionnons que la boussole doit être maintenue autant que possible au niveau pendant son utilisation afin de permettre à l'aiguille de se déplacer librement. Dans certains cas, la proximité d'objets ferreux pourra faire dévier l'aiguille.

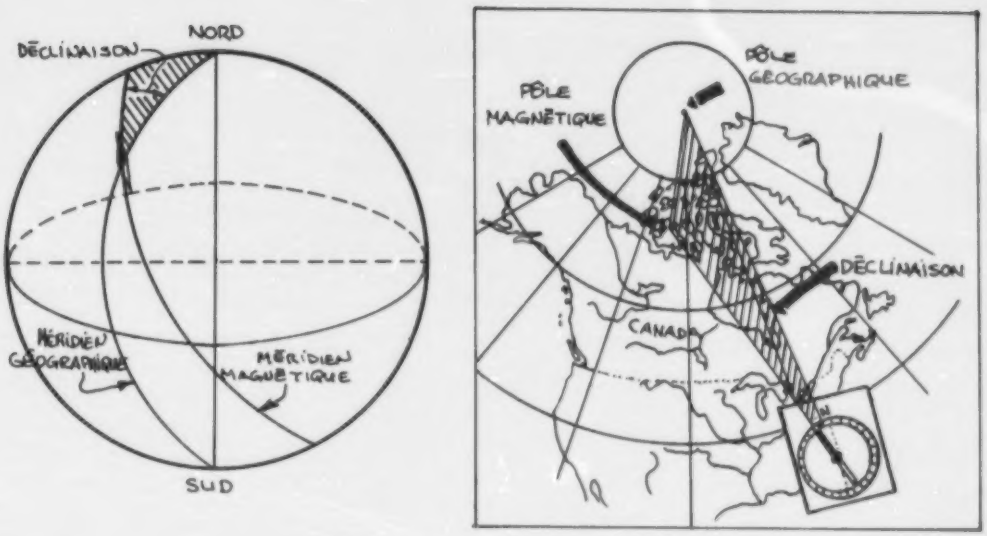


FIGURE 99: LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE

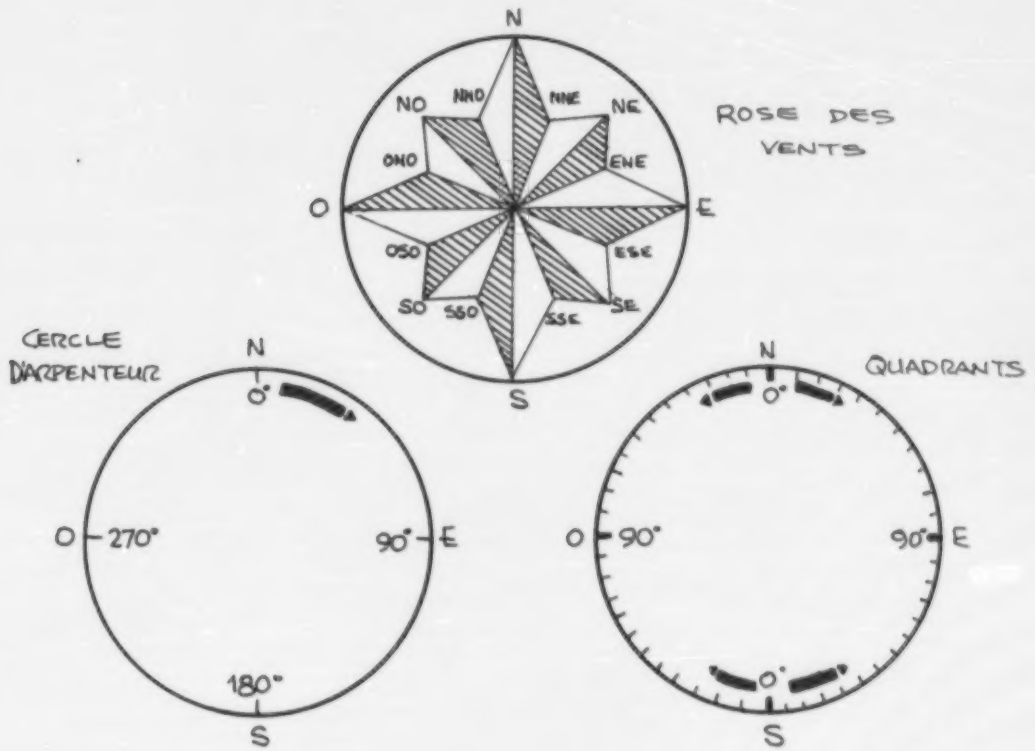


FIGURE 100: GRADUATIONS DE LA BOUSSOLE

2 - Le cadran gradué

Pour mesurer la position d'un point par rapport à la direction du nord, un cadran mobile est placé sous l'aiguille aimantée ou tout autour de l'habitacle de la boussole. Ce cadran peut être gradué de trois façons, soit au moyen de la rose des vents, du cercle d'arpenteur ou des quadrants (figure 100).

a) Rose des vents

La rose des vents constitue une étoile à 32 divisions donnant les points cardinaux et collatéraux. Elle n'apparaît que sur les vieux cadrans et ne permet pas de mesurer une direction avec précision.

b) Cercle d'arpenteur

En cartographie, la circonférence d'un cercle est divisée en 360 parties égales, appelées degrés. Chaque degré comprend à son tour 60 parties désignées sous le nom de minutes; chacune d'elles se subdivise à nouveau en 60 autres parties appelées secondes. Ce système de référence permet de mesurer une direction de façon très précise. Il sert de base à la méthode des azimuts; pour mesurer l'angle formé par une direction quelconque avec le méridien magnétique ou azimut, on compte simplement les degrés à partir du nord et ce, dans le sens horaire.

c) Quadrants

Un cercle peut être divisé en quatre parties égales appelées quadrants. Chacun est subdivisé en 90 degrés; pour indiquer une position, il faut cependant utiliser les points cardinaux en plus des degrés, lesquels sont comptés à partir des points nord ou sud.

3 - L'habitacle

L'habitacle d'une boussole sert à protéger l'aiguille aimantée. Il est souvent rempli d'huile afin d'accélérer la stabilisation de l'aiguille.

4 - La base carrée ou rectangulaire

L'adaptation à une boussole d'une base généralement transparente permet de faciliter la visée des objectifs, l'orientation des cartes et le mesurage des azimuts. Avec une telle base, il est possible d'ajuster le cadran pour tenir compte de la déclinaison et pour indiquer une orientation désirée.

C - TYPES DE BOUSSOLES

Les fabricants ont conçu plusieurs modèles de boussoles destinés à une foule de travaux et tous plus ou moins sophistiqués et dispendieux. Toutes ces variantes du même instrument servent cependant à une même fonction, soit l'orientation.

Les boussoles les plus susceptibles d'être employées lors du combat des feux sont le format de poche et, à un degré moindre, la boussole sur pied avec alidade.

D - FONCTIONNEMENT DE LA BOUSSOLE

Sur le terrain, la boussole sert principalement à déterminer l'azimut d'un point visible par rapport à la position de l'observateur ou à s'orienter quand on se déplace entre deux points. Dans ces circonstances, il n'est pas nécessaire habituellement de tenir compte de la déclinaison; cependant, il faut toujours garder à l'esprit qu'on utilise alors le système de référence magnétique et non pas géographique.

1 - Détermination de l'azimut magnétique d'un point observé

Pour mesurer l'azimut magnétique d'un point B observé à partir d'un point A:

a) on oriente la boussole en dirigeant la flèche imprimée sur la base, les alidades ou les points de repère du couvert vers le point B;

b) on tourne le cadran jusqu'à ce que la section aimantée de l'aiguille pointe vers le N (nord);

c) on effectue la lecture de l'azimut magnétique à l'endroit indiqué par l'index sur le cadran.

2 - Indication de la direction de marche

Pour s'orienter avec une boussole quand on se déplace entre un point A et un point B:

a) on ajuste le cadran en plaçant l'azimut magnétique du point B vis-à-vis l'index de la boussole. Si on dispose d'un azimut géographique, il suffit de soustraire la valeur de la déclinaison avant de régler le cadran;

b) sans changer l'ajustement du cadran, on tourne l'ensemble de l'instrument en même temps qu'on pivote sur soi-même, jusqu'à ce que la section aimantée de l'aiguille pointe vers le N (nord). Le point B doit alors être localisé face à l'opérateur;

c) on vise un point de référence facilement identifiable en tenant la boussole devant soi;

d) on se rend au point visé;

e) on recommence les opérations b, c et d jusqu'à ce que l'on atteigne le point B;

f) pour revenir au point A à partir du point B, on peut soit reprendre la procédure décrite en utilisant l'azimut du point A (azimut du point B + 180^{o}), ou soit employer le même ajustement du cadran, mais à l'opération b, l'aiguille aimantée doit alors pointer vers le S (sud).

E - LA BOUSSOLE ET LA CARTE

Nous avons déjà mentionné que les cartes étaient toujours construites d'après le système de coordonnées géographiques. Pour cette raison, il faut nécessairement tenir compte de la déclinaison magnétique quand on utilise une boussole avec une carte. La boussole sert alors à orienter la carte ou à mesurer l'azimut d'une direction donnée.

1 - Orientation d'une carte

Pour orienter une carte géographique en fonction des points cardinaux:

a) on ajuste le cadran de la boussole en plaçant le N vis-à-vis de l'index;

b) on dépose la boussole sur la carte en ayant soin de placer un des côtés de la base parallèle aux méridiens;

c) sans déranger la boussole, on tourne la carte jusqu'à ce que l'extrémité aimantée de l'aiguille pointe vers le nord magnétique (au Québec, entre 12°et 30° à l'ouest du nord géographique). La carte est alors orientée vers le nord astronomique.

2 - Détermination d'un azimut sur une carte

Pour mesurer l'azimut d'une ligne imaginaire reliant deux points sur une carte et pour ajuster la boussole au cours de la même opération:

a) on place un des côtés de la boussole le long de la ligne imaginaire tracée entre un point A et un point B; la mire doit alors être dirigée dans le sens de la marche;

b) tout en maintenant la boussole en place, on tourne le cadran de façon à ce que l'axe N-S soit parallèle aux méridiens imprimés sur la carte et que le N pointe vers le haut(nord) de la carte;

c) l'azimut recherché est indiqué à l'index et la boussole est prête à être utilisée sans autre ajustement. La lecture donne cependant l'azimut géographique et il faut tenir compte de la déclinaison en orientant la boussole sur le terrain.

F - REALISATION DE RELEVES

La préparation d'un croquis du périmètre de l'incendie ou la confection du rapport de combat demande parfois de procéder à des travaux d'arpentage rudimentaires. La boussole s'avère alors très utile

puisqu'elle permet de déterminer les azimuts des différents côtés du polygone de référence établi autour de l'incendie. Il suffit d'enregistrer les lectures effectuées à chaque arête du polygone et de mesurer l'éloignement de la bordure du feu par rapport à ce polygone.

ANNEXE B

description des fonctions pour une organisation de combat des feux de forêt

Une organisation de lutte contre les feux de forêt peut devenir une structure fort complexe quand elle implique plusieurs combattants. De façon à assurer une certaine cohérence dans son fonctionnement, il importe par conséquent de définir avec précision les rapports entre les membres de l'organisation et surtout, de décrire sans la moindre équivoque les diverses fonctions qui leur sont confiées.

RESPONSABLE LOCAL DE L'ORGANISME DE PROTECTION

Assume la responsabilité ultime de l'organisation des travaux de lutte contre l'incendie.

- Désigne un chef de lutte, un recruteur de combattants, un commis, un préposé au matériel et à l'équipement, un préposé au transport et enfin, un préposé aux provisions.
- Réquisitionne si nécessaire un avion-citerne, un avion de reconnaissance et un avion de pointage.

- Organise les communications.
- Dépêche les contremaîtres et les combattants requis par le chef de lutte.
- Fournit au chef de la planification tous les renseignements pertinents (cartes, listes de personnel, etc.) que possède l'organisme de protection.
- Réquisitionne et achemine sur les lieux de l'incendie le matériel lourd requis par le chef de lutte.
- Collabore avec le chef de lutte et les chefs de section pour la planification des opérations du lendemain.
- Surveille le travail des responsables de l'organisation de combat.
- Suit la progression des travaux d'extinction et diminue les effectifs en accord avec le chef de lutte.
- Aide à la préparation du rapport financier en fournissant les renseignements nécessaires au commis.
- Approuve les réquisitions, les factures et les comptes.
- Assure la liaison entre l'organisation de lutte et l'organisme de protection.

CHEF DE LUTTE

Qualifications requises

- Expérience et connaissance de base du comportement d'un incendie et des divers facteurs qui en affectent la progression.
- Familiarité avec l'équipement et l'application des techniques de lutte.
- Connaissance des méthodes de combat.
- Capacité d'assumer l'autorité qui lui est confiée et de distribuer des responsabilités.
- Maîtrise de soi et habileté à planifier et à organiser soigneusement les opérations de lutte dans une situation d'urgence.

- Aptitude au travail en équipe et à la compréhension des problèmes du personnel.
- Connaissance des particularités de l'organisme local de protection, du terrain et des hommes capables de le seconder.

Description du poste

Sous la responsabilité de l'officier compétent de l'organisme de protection, organise et dirige l'ensemble des opérations de lutte nécessaires pour éteindre un ou plusieurs incendies situés dans une même région.

- Reçoit de l'officier de protection responsable les lignes générales d'activité à appliquer sur l'incendie qui lui est confié.
- Prend connaissance de la situation et en fait l'analyse. S'il y a lieu, organise un service de reconnaissances aériennes et terrestres.
- Prépare les plans d'attaque et voit à l'organisation des services et à l'établissement du campement.
- Fixe la priorité des opérations.
- Réquisitionne les hommes, le matériel et l'équipement.
- Divise le périmètre du feu en secteurs pour assurer une meilleure distribution des combattants et s'il y a lieu, crée des zones d'action.
- Choisit les chefs de secteur et les contremaîtres. Les relève de leurs fonctions si nécessaire.
- Délègue son autorité et ses responsabilités à son personnel de façon à se libérer de tout surcroît de travail. Ceci nécessite une distribution de travail entre chefs de section.
- Prévoit l'entraînement des combattants dès leur arrivée.
- Impose les mesures de sécurité, assure la bonne tenue du personnel et maintient la discipline et le moral à tous les niveaux d'autorité.
- Fait face aux problèmes nouveaux et apporte les modifications nécessitées par l'évolution de la situation.

- Inspecte de temps à autre les secteurs afin de voir si les plans tracés ont été exécutés fidèlement et corrige les déficiences observées dans l'organisation de façon à ce que les travaux progressent rapidement.
- Tient les assistants et les chefs de section au courant des modifications qui pourraient être apportées aux plans originaux.
- Veille au bon fonctionnement du réseau de communication et à la circulation de l'information entre les campements et le quartier général.
- Préside les conférences quotidiennes de planification ainsi que les séances d'évaluation des activités.
- Organise un système adéquat de comptabilité.
- Accumule toutes les informations relatives au déroulement des opérations.
- Détermine les périodes de travail et les heures des repas.
- Organise la rotation des équipes.
- Prévoit l'approvisionnement et l'équipement nécessaires pour toute situation d'urgence.
- Décide de la nécessité de l'arrosage aérien ou de la modification des plans d'attaque.
- Fait rapport au responsable local de la protection des forêts de la progression du plan d'attaque.
- S'assure que lui et son personnel prennent suffisamment de repos.
- Commande le retrait des combattants et ordonne la fin des travaux d'extinction.
- Dirige l'enquête en vue de trouver la cause de l'incendie.
- Evalue l'étendue des dégâts causés par l'incendie et dirige la préparation du rapport final.

CHEF DE LA PLANIFICATION

Etablit la planification des opérations de combat selon les directives du chef de lutte.

- Organise un système de cueillette des données de base (observations sur le feu et renseignements généraux) nécessaires pour analyser les caractéristiques de l'incendie, ses conditions de développement et les difficultés du combat. Fournit aux observateurs les moyens pour recueillir et transmettre rapidement les informations demandées.
- Se renseigne sur les conditions et les prévisions météorologiques et sur l'indice du danger de feu.
- Se procure les photographies aériennes et les cartes pertinentes (peuplements, voies d'accès, topographie, hydrographie, biens à protéger, etc.)
- Assure si nécessaire, la mise à jour des documents cartographiques.
- Fournit à l'occasion au chef de lutte le plan du périmètre de l'incendie et la localisation des équipes de combattants.
- Convoque les différents responsables pour les conférences de planification.
- Ecrit les minutes de ces conférences, rédige les plans d'attaque et résume les décisions retenues et soumet ce document au chef de lutte.
- Prépare les instructions écrites destinées aux chefs d'équipe.
- Effectue les démarches nécessaires pour fournir aux chefs de ligne le personnel, l'équipement et les véhicules demandés.
- Informe le chef de lutte du déroulement des opérations.
- Prépare les portions de cartes nécessaires et les distribue aux chefs de section et aux chefs d'équipe.
- Tient à jour un registre indiquant la dispersion des combattants et de l'équipement.
- Reçoit et compile les informations reçues des différents secteurs de l'incendie; conditions météorologiques, progression de la ligne de feu, état des travaux, résultat des opérations, etc..

- Transmet les ordres du chef de lutte, le seconde à l'occasion pour solutionner des problèmes d'ordre administratif et le remplace si le besoin s'en fait sentir.
- Agit en tant que responsable des relations publiques. Fournit à la presse les renseignements d'intérêt général.
- Rédige un rapport journalier des opérations, indiquant la chronologie des interventions réalisées, les méthodes utilisées, etc..
- Compile les rapports quotidiens préparés par le personnel d'exécution et prépare le rapport complet de l'incendie en collaboration avec les autres responsables.

AEROPOINTEUR

Organise et dirige les opérations d'arrosage aérien effectuées sur un feu à l'aide d'avions-citernes et d'hélicoptères. Relève du chef de lutte pour le temps où il travaille sur ce feu. Relève du responsable local de l'organisme de protection pour chaque affectation à un feu particulier.

- Occupe le siège de l'observateur dans l'avion de pointage.
- Prend charge des opérations d'arrosage aérien dès qu'un avion-citerne est affecté à un feu spécifique.
- Confirme ou annule toute réquisition d'avion-citerne le plus tôt possible après son arrivée sur les lieux d'un incendie.
- Explore le territoire incendié en recherchant les meilleurs points d'attaque, autant que possible avant l'arrivée des avions-citernes.
- Planifie les opérations d'arrosage aérien en prenant soin de les coordonner avec les travaux réalisés au sol.
- Assure la liaison entre le chef de lutte et les pilotes d'aéronefs, particulièrement en ce qui concerne la transmission des directives.
- Identifie et décrit soigneusement les cibles à arroser.
- Apprécie les dangers qui menacent les opérations aériennes et s'entend avec les équipages sur les mesures de sécurité à adopter.

- Evalue la précision des largages et informe les équipages et le chef de lutte des résultats obtenus, ainsi que des correctifs à apporter.
- En consultation avec le chef de lutte, décide quand l'arrosage peut commencer et quand il doit se terminer.
- Informe le responsable local de l'organisme de protection du succès ou de l'échec d'une intervention, ainsi que de la décision d'interrompre l'arrosage.
- Se réserve des périodes de repos suffisantes.
- Dans le cas où il devrait s'absenter, avertit le chef de lutte de son intention et prend les dispositions nécessaires pour assurer la poursuite des travaux d'arrosage.
- En collaboration avec le responsable local de l'organisation de protection, participe à l'établissement des priorités entre plusieurs théâtres d'intervention.
- Contrôle les périodes d'utilisation des aéronefs chargés de l'arrosage.
- Convoque les réunions d'évaluation au retour d'une mission d'arrosage et les dirige en l'absence du chef de lutte.
- Prépare un rapport quotidien d'activité à l'intention du chef de lutte.

PREPOSE A LA SECURITE

Sous la direction du chef de lutte, surveille l'application des règles de sécurité qui s'appliquent aux combattants.

- Inspecte chacun des secteurs où travaillent des combattants et formule ses recommandations directement au chef de section, de façon à ce que des correctifs soient apportés sans tarder.
- Rapporte au chef de lutte les résultats de ses inspections de routine.
- Prend les mesures nécessaires pour faire soigner les blessures mineures ou pour faire évacuer les blessés graves.

- Vérifie les installations sanitaires et donne son avis sur la qualité de l'eau potable, l'état des aliments, etc. Recommande les mesures à prendre pour qu'on fasse disparaître les déficiences.
- Inspecte les dortoirs, la cuisine, les toilettes, les lavabos et le dépotoir.
- Distribue les trousses de premiers soins.
- Prend connaissance de tous les accidents rapportés et complète les documents nécessaires.
- Surveille et note tout ce qui concerne l'utilisation de l'équipement de prévention des accidents, tels que les casques de sécurité, les ceintures de sauvetage, etc.

CHEF DE ZONE

Responsable de l'exécution des opérations de combat réalisées dans une zone précise de l'incendie. Dépend du chef de lutte.

- Participe aux conférences d'analyse de l'incendie et à la préparation du plan d'attaque. Discute avec le chef de lutte de la stratégie de combat à employer.
- Nomme les chefs d'équipe qui dirigeront les groupes spécialisés de combattants (motopompes, outils manuels, bulldozers).
- Coordonne le travail des chefs de section et s'assure de l'exécution des travaux et de leur conformité aux plans établis.
- Synchronise le travail des combattants de façon à respecter les heures de repas fixées par le chef des services.
- Explique clairement aux chefs de section le contenu du plan d'attaque et la stratégie retenue, afin d'augmenter la productivité des combattants.
- Autorise les modifications d'urgence au plan d'attaque.
- Donne son avis sur l'engagement, le déplacement ou le renvoi des hommes sous ses ordres et veille aux bonnes relations de travail chez les combattants.

- Tient en fin de journée, des séances d'évaluation avec ses chefs de section et discute avec eux de l'organisation du travail pour le lendemain.
- Présente au chef de lutte un rapport quotidien d'activité et discute des opérations à venir avec tous les responsables de l'organisation.
- Veille à ce que les chefs de section remettent au commis les feuilles de temps pour les combattants et la machinerie lourde.
- Retourne tout surplus de personnel ou d'équipement qu'il juge non utile pour combattre l'incendie.

CHEF DE SECTION

Qualifications requises:

- Capacité de diriger des hommes.
- Connaissance des facteurs qui influencent l'exécution des travaux de lutte.
- Grande facilité pour interpréter les cartes et s'orienter en forêt.
- Expérience dans l'utilisation de machinerie lourde pour combattre les feux de forêt.
- Familiarité avec les systèmes de communication.

Description du poste

Sous la responsabilité immédiate du chef de lutte ou du chef de zone, organise et dirige l'ensemble des opérations de lutte réalisées dans un secteur donné par un certain nombre d'équipes groupées en section.

- Reçoit du chef de lutte ou du chef de zone les instructions générales concernant le déroulement des opérations de combat.
- Etudie le territoire qui lui est confié.
- Participe à la réalisation de l'analyse de l'incendie et à la confection du plan d'attaque avec le chef de lutte et les autres chefs de section.

- Détermine la zone d'opération de chaque équipe.
- Choisit les méthodes de lutte selon les caractéristiques de l'incendie et du milieu environnant et les fait appliquer par les chefs d'équipe.
- Réquisitionne au besoin de nouveaux effectifs et du matériel supplémentaire.
- Collabore avec le chef de lutte en le renseignant sur la progression des opérations dans son secteur.
- Coordonne ses actions avec celles des autres sections.
- Dirige les chefs d'équipe placés sous ses ordres.
- Prend note de la localisation de ses équipes, du nombre de combattants et de la quantité d'équipement utilisé dans son secteur.
- Commande l'adoption des stratégies de rechange.
- Assure la formation des combattants.
- Evalue les performances de ses équipes et discute avec leurs chefs des changements à réaliser le lendemain.
- Veille au maintien de la discipline.

CHEF D'EQUIPE (FONCTION GENERALE)

Qualifications requises:

- Connaissance des techniques de lutte et du fonctionnement de l'équipement.
- Soumission à l'autorité du chef de lutte.
- Capacité à diriger des hommes.
- Sens des responsabilités.

Description du poste

Dirige les opérations confiées à un groupe de combattants. Dépend du chef de lutte ou du chef de section.

- Met à exécution les directives reçues du supérieur immédiat.
- Dirige le personnel qui lui est confié pour l'exécution d'une opération particulière.
- S'assure de la sécurité des membres de son équipe, veille à leur ponctualité et leur fournit l'équipement nécessaire.
- Informe le chef de lutte de la progression des travaux.
- Veille au confort et au bien-être de ses combattants lorsqu'ils sont au campement ou au travail.

CHEF D'EQUIPE DE MACHINES LOURDES

Chargé, selon les directives du chef de section, de diriger le travail d'une équipe de bulldozers ou de débusqueuses.

- Organise une équipe de travail composée de deux opérateurs de machinerie lourde, de deux aides, d'un opérateur de scie mécanique et d'un assistant-opérateur.
- Dépose une demande d'équipement (2 bulldozers, 1 scie mécanique, etc.) et répartit les outils entre les membres de son équipe.
- Distribue les tâches et assure le roulement nécessaire.
- Evalue les difficultés du travail et les capacités de la machinerie de manière à diriger de façon adéquate les opérateurs dans la construction de la ligne d'arrêt.
- Veille au respect des règles de sécurité, tant pour les hommes que pour l'équipement.
- Prend note du nombre d'heures de travail fait par son personnel et la machinerie et transmet ces renseignements au commis.

- Informe le chef de ligne et le chef de section de la progression des opérations.
- Evalue les performances de son équipe en collaboration avec le chef de section et lui fournit des indications pour l'organisation des travaux du lendemain.
- Maintient la discipline et le moral des membres de l'équipe à un niveau élevé.
- Donne son avis sur l'engagement, le déplacement ou le renvoi du personnel sous ses ordres.

CHEF D'EQUIPE DE MOTOPOMPES

Chargé, selon les directives du chef de section, de diriger le travail d'une équipe de motopompe.

- Organise son équipe de travail de façon à pouvoir accomplir les travaux d'arrosage qui lui sont confiés.
- Dépose une demande d'équipement (une motopompe et ses accessoires, un coffre d'outils, 2,500 pieds de boyau, etc.).
- Distribue les tâches aux membres de l'équipe, explique le fonctionnement de l'équipement et des techniques à utiliser.
- Dirige les manoeuvres d'installation de la motopompe et des boyaux, surveille le déplacement des lignes de boyaux et s'assure de la précision et de l'utilité des arrosages.
- Veille au respect des règles de sécurité, tant pour les hommes que pour l'équipement.
- Inspecte la motopompe et les boyaux de façon à déceler rapidement les défectuosités et à demander les réparations requises.
- Surveille l'outillage et le matériel éparpillés le long de la ligne de feu afin de prévenir les pertes, les vols ou les détériorations.
- Prend note du nombre d'heures de travail réalisées par son personnel ainsi que le temps de fonctionnement des motopompes et remet ces renseignements au commis ou au préposé au matériel.

- Informe le chef de section de la progression des travaux d'extinction.
- Evalue les performances de son équipe en collaboration avec le chef de section et lui fournit des indications pour l'organisation des travaux du lendemain.
- Maintient la discipline et le moral des membres de l'équipe à un niveau élevé.
- Récupère l'équipement à la fin des opérations et veille à le faire nettoyer avant l'entreposage.
- Donne son avis sur l'engagement, la mutation ou le renvoi du personnel sous ses ordres.

CHEF D'EQUIPE POUR LES OPERATIONS MANUELLES

Chargé, selon les directives du chef de section, de diriger le travail d'une équipe de combattants munis d'outils manuels.

- Organise son équipe de travail avec le nombre de combattants requis.
- Réquisitionne suffisamment d'outils manuels (pelles, haches, pompes manuelles et réservoirs à eau, etc.) pour équiper tous les membres de son groupe et pour constituer une réserve destinée à remplacer les outils endommagés.
- Discute avec le chef de section de la nature des travaux à réaliser et planifie leur exécution.
- Nomme des assistants pour le seconder, distribue les tâches parmi les combattants et prévoit une rotation des travaux.
- Explique les objectifs fixés à l'équipe ainsi que l'emploi des outils.
- Surveille l'exécution des travaux de construction de la ligne d'arrêt.
- Maintient le moral des membres de l'équipe à un niveau élevé et assure l'harmonie entre ces derniers.
- Veille au respect des règles de sécurité.
- Prend note du nombre d'heures de travail réalisées par chaque combattant et remet ces informations au commis.

- Informe le chef de section de la progression des travaux et lui fait part des modifications à apporter à ses effectifs.
- Rapporte les accidents au commis et voit à ce que les blessés reçoivent sans tarder les soins requis.
- Convoque ses combattants pour la reprise du travail le matin.
- Evalue les performances de son équipe en collaboration avec le chef de section et lui fournit des indications pour l'organisation des travaux du lendemain.
- Récupère les outils à la fin des opérations et relève les défectuosités.
- Participe aux discussions réunissant les contremaîtres.
- Se fait le porte-parole des combattants pour l'acheminement des plaintes formulées auprès des responsables de l'organisation de lutte.
- Donne son avis sur l'engagement, la mutation ou le renvoi du personnel sous ses ordres.

CHEF DES SERVICES

Organise et dirige l'ensemble des services de soutien (ravitaillement, communications, transport, entretien, matériel et équipement, cuisine, comptabilité) requis pour le bon fonctionnement des opérations de combat. Dépend directement du chef de lutte.

- Fournit tout l'équipement de combat nécessaire aux chefs de section (motopompes et accessoires, bulldozers, outils manuels, etc.)
- Prévoit le transport des combattants et de l'équipement.
- Dirige l'installation du campement suivant les directives du chef de lutte et s'occupe de son entretien.
- Dirige le travail des cuisiniers, commis, chauffeurs de camions, opérateurs de radio et autres personnes affectées à des fonctions de soutien.
- Réquisitionne les provisions nécessaires pour nourrir les combattants.

- Organise les réseaux de communication et s'assure que les messages sont acheminés dans les plus brefs délais.
- Aménage les dépôts d'équipement et les aires de stationnement.
- Dresse un inventaire du matériel, de l'équipement et des fournitures en stock.
- Fixe les heures des repas en collaboration avec les chefs de section.
- Veille à l'entretien des véhicules et de l'équipement.
- Organise un service adéquat de comptabilité.
- Surveille le fonctionnement de la cuisine, s'assure que les règles d'hygiène y sont observées et prévient le gaspillage de nourriture.
- Met sur pied un service d'infirmerie et lui donne s'il y a lieu un responsable permanent.
- Maintient une réserve de carburant et d'huile pour une durée minimale de 24 heures.
- Examine les marchandises reçues et vérifie si elles sont conformes aux spécifications mentionnées dans les réquisitions.
- Tient un registre des prêts d'équipement et de la localisation de la machinerie.
- Récupère l'équipement et le matériel après la fin des opérations, le nettoie et le retourne aux différents entrepôts permanents en spécifiant les défectuosités observées.
- Assiste aux conférences de planification et contribue à l'élaboration du rapport final de l'incendie.

PREPOSE AU CAMPEMENT

Chargé de l'organisation et du fonctionnement d'un campement lorsqu'un feu est combattu dans une région éloignée. Dépend du chef des services.

- Choisit l'emplacement du campement suivant les directives du chef de lutte et prévoit l'espace nécessaire pour les agrandissements ultérieurs.
- Trace un plan du campement, indiquant particulièrement l'emplacement des sources d'eau, des cuisines, des foyers, du quartier général, du dépotoir, des latrines, des dortoirs (de jour et de nuit), des aires de stationnement, des dépôts d'équipement et de l'atelier d'entretien.
- Recrute des hommes pour le montage du campement (dressage des tentes, creusage de fosses, installation de panneaux de signalisation, etc.).
- Dirige la construction du campement, donnant la priorité à la cuisine et aux quartiers de l'opérateur de radio et du commis.
- Prévoit un volume suffisant de combustibles pour la cuisine.
- Collabore avec le préposé aux provisions pour l'organisation et le fonctionnement des cuisines.
- Collabore avec le préposé au matériel et à l'équipement pour l'organisation et le fonctionnement du dépôt.
- Facilite le travail des préposés à l'entretien et au transport.
- Veille à la propreté du terrain et des installations (toilettes, dortoirs, dépotoirs, etc.).
- Surveille le déplacement des combattants et de l'équipement afin d'éviter les pertes de temps et prévenir le vol d'outils.
- Fait régler la discipline dans le campement, particulièrement lorsque des combattants doivent prendre du repos durant le jour.
- Dirige le déménagement ou le démontage du campement à la fin des opérations et récupère le matériel utilisé.

PREPOSE AUX PROVISIONS ET AUX CUISINES

Organise et dirige la préparation et le service des repas à la cuisine du campement. Dépend du chef des services.

- Etablit à l'avance les menus en fonction du nombre de combattants.
- Demande les réquisitions nécessaires pour l'achat des provisions.
- Prend contact avec les fournisseurs afin de décider des achats à effectuer en tenant compte des prix, de la qualité de la marchandise et surtout des besoins effectifs.
- Remet après vérification, les factures au préposé à la comptabilité.
- Tient un inventaire perpétuel du stock de provisions.
- Aménage une glacière pour assurer la conservation des denrées périssables ainsi que les étagères destinées au rangement des provisions.
- Organise la préparation des repas. Dirige le personnel de cuisine et veille à la bonne marche du service.
- Prévoit la préparation des repas suffisamment à l'avance ainsi que leur acheminement sur les lieux de l'incendie.
- Reçoit les coupons des repas et les remet au commis.
- Assure la surveillance des provisions et prévient le gaspillage.
- Veille au respect des règles fondamentales d'hygiène et de propreté dans la cuisine et la salle à manger.
- Dirige le démantèlement de la cuisine à la fin des opérations.
- Retourne aux marchands les provisions non utilisées et remet les notes de crédit au commis.

PREPOSE AU MATERIEL ET A L'EQUIPEMENT

Organise et dirige la gestion du matériel et de l'équipement utilisés pour l'organisation de lutte contre le feu. Dépend du chef des services.

- Obtient du commis la papeterie nécessaire à l'exécution de son travail.
- Veille à la livraison de l'équipement réquisitionné.
- Aménage les installations nécessaires pour entreposer avec ordre l'équipement et le matériel.
- Enregistre les livraisons et vérifie si elles sont conformes aux commandes. Examine le fonctionnement de l'équipement mécanique.
- Tient l'inventaire des stocks de matériel et d'équipement et le contrôle de temps en temps.
- Réceptionne, entrepose et distribue l'équipement nécessaire aux combattants. Chaque prêt d'équipement doit être inscrit. A cette fin, il complète un registre indiquant la localisation de l'équipement et le nom de son emprunteur.
- Met à la disposition du chef de lutte l'inventaire permanent en vue de la préparation des plans d'attaque et de la réquisition d'équipement nouveau.
- Surveille l'existence de surplus d'équipement dans certains secteurs.
- Récupère et rapporte au quartier général l'outillage et l'équipement à la fin des opérations.
- Classifie le matériel et l'équipement selon leur propriétaire et les retourne aux fournisseurs à la fin des opérations.
- Met à part le matériel et l'équipement défectueux et l'expédie à l'atelier de réparation.

PREPOSE AU TRANSPORT

Responsable du transport des combattants, de l'équipement de lutte et des provisions de toutes sortes, ainsi que de l'utilisation des véhicules, des embarcations et des aéronefs réquisitionnés. Dépend du chef des services.

- Reçoit des intéressés les différentes demandes concernant les personnes et les biens à transporter.
- Organise et dirige l'ensemble des opérations de transport de manière à optimiser l'utilisation des divers moyens de transport, afin de satisfaire les demandes formulées aux coûts les plus bas possibles.
- S'assure que les biens à transporter sont bien attachés ou enveloppés.
- Attribue les différents véhicules aux opérateurs qualifiés, leur donnant toutes les directives voulues et les documents correspondants. Si nécessaire, établit des horaires de transport.
- Surveille, si possible, le chargement et le déchargement des biens.
- Reçoit les demandes concernant l'utilisation des véhicules et embarcations et donne les autorisations ou, le cas échéant, les instructions demandées par les opérateurs.
- Fait les démarches nécessaires en cas d'accident impliquant des véhicules.
- Reçoit des mécaniciens, s'il y a lieu, le carnet de bord de chaque véhicule de transport afin de planifier leur entretien.
- Réquisitionne des véhicules supplémentaires au fur et à mesure que l'incendie augmente en superficie.
- Détermine les meilleures routes à suivre et indique les alternatives.
- Contrôle la construction des héliports et des quais improvisés.
- Assure un approvisionnement suffisant en carburant et en huile pour les différents moyens de transport et contrôle leur utilisation.
- Prévoit les espaces de stationnement nécessaires pour les automobiles, les camions, les avions et les hélicoptères, ainsi que les entrepôts pour le carburant et les pièces de rechange.

- Tient un registre quotidien de l'utilisation des véhicules (distances parcourues, temps d'attente, heures de fonctionnement) et fait rapport au commis.
- Impose les mesures de sécurité appropriées pour chaque moyen de transport.
- Inspecte régulièrement les véhicules utilisés et assure leur bon fonctionnement en collaboration avec le préposé à l'entretien.
- Dans le cas d'une organisation imposante, s'adjoint des responsables différents pour le transport terrestre et le transport aérien.
- Organise, au besoin, le parachutage d'équipement.
- Donne son avis sur l'engagement, la mutation ou le renvoi du personnel sous ses ordres.

PREPOSE A L'ENTRETIEN

Chargé de l'entretien et de la réparation des véhicules et de l'équipement de combat utilisés par l'organisation de lutte. Dépend du chef des services.

- Reçoit des opérateurs de véhicules ou d'équipement motorisé les carnets de bord de ces machines ainsi que les observations sur leur fonctionnement.
- Examine les pièces défectueuses (moteur, pompe, etc.) et effectue les réparations mineures ainsi que le graissage, les réglages, le remplissage des réservoirs, etc.
- Vérifie chaque jour les carnets de bord de la machinerie et des véhicules et les remet au préposé au transport avec, en plus, le registre des travaux effectués.
- En cas de mauvais fonctionnement ou de panne d'une motopompe, localise le défaut, démonte l'appareil, répare ou change les éléments défectueux, remonte l'appareil et procède à son réglage.
- Répare les boyaux défectueux.

- Vérifie les lignes de boyau, les relais et autres.
- S'assure, à l'occasion, de l'habileté des opérateurs.

PREPOSE AUX COMMUNICATIONS

Responsable de l'organisation et du fonctionnement du réseau de communication nécessaire pour la bonne marche des opérations de combat. Dépend du chef des services.

- Reçoit du chef des services les directives générales concernant l'organisation des communications entre les quartiers généraux et la ligne de feu.
- Réquisitionne et installe l'équipement nécessaire pour établir le réseau de communication demandé par le chef de lutte.
- Désigne les opérateurs qualifiés pour opérer chaque station du réseau et leur assigne une fréquence particulière.
- Surveille le travail des opérateurs de radio et s'assure qu'ils respectent les instructions et les règlements d'opération.
- Etablit les horaires de transmission des rapports de routine.
- Fournit aux opérateurs les formulaires pour consigner tous les messages transmis et reçus.
- Tient en main les pièces essentielles (batteries, générateurs, lampes, etc.) pour effectuer l'entretien régulier des appareils ou les réparations mineures.
- Inspecte fréquemment les stations du réseau de communication.
- Tient l'inventaire des appareils mis à la dispcsition des combattants et compile les messages véhiculés par radio.
- Veille à l'organisation de communications adéquates entre le chef de lutte et l'avion de pointage.

OPERATEUR DE RADIO

Etablit toutes les relations radiophoniques entre les quartiers généraux et les groupes de combattants. Dépend du chef des services, du chef de section ou de toute autre personne ayant la charge d'un quartier général ou d'une équipe.

- Reçoit les messages de l'extérieur et les achemine immédiatement aux personnes intéressées, conformément aux instructions et règlements d'opération.
- Etablit avec l'extérieur les communications demandées par les personnes autorisées.
- Donne des renseignements et transmet des messages.
- Fait la recherche des personnes demandées en utilisant un système d'appel, une autre fréquence ou en envoyant un messager.
- Envoit ou reçoit, s'il y a lieu, les rapports sur l'incendie et les conditions météorologiques à l'aide d'un téléscripteur.
- Tient un régistre (date, heure, destinataire, expéditeur, contenu) de toutes les communications reçues ou envoyées.
- Fait rapport au préposé aux communications de l'utilisation et de l'état de son appareil.
- Dresse une liste des autres stations du réseau de communication indiquant leur localisation et leur indicatif d'appel.

PREPOSE A LA COMPTABILITE (COMMIS)

S'acquitte, selon les directives du chef des services ou du responsable de la comptabilité de l'organisme de protection, de divers travaux comptables relatifs à l'organisation de lutte contre l'incendie.

- Réquisitionne la papeterie nécessaire pour son travail.
- Reçoit les combattants et recueille les renseignements administratifs qui les concernent (nom, adresse, fonction, numéro d'assurance sociale, employeur, etc.).

- Enregistre sur une feuille de temps pour chaque combattant, les taux horaires de rémunération ainsi que les périodes de travail effectif fournies par les différents responsables.
- Enregistre l'équipement motorisé réquisitionné et vérifie leurs spécifications.
- Prépare les réquisitions de personnel et d'équipement.
- Vérifie les factures et les livraisons.
- Facture les ventes et les pertes de matériel.
- Inscrit les heures de travail de la machinerie lourde, les repas et les autres charges d'après les renseignements fournis par les contremaîtres ou autres personnes. A l'occasion, vérifie les odomètres, les chronographes ou autres appareils du genre.
- Complète les rapports appropriés en cas d'accident de travail.
- Surveille l'utilisation des trousses de premiers soins et les complète s'il y a lieu.
- Fait le tour des responsables pour s'assurer qu'ils s'acquittent de leurs tâches administratives (factures, feuilles de temps, etc.).
- Organise un magasin pour accomoder les combattants (tabac, savon, bas, etc.).
- Obtient toutes les signatures requises pour fins administratives.
- Fournit au chef de lutte les renseignements pertinents aux combattants et à l'équipement employés pour combattre l'incendie.
- S'acquitte, si le temps lui en est laissé ou si la chose devient nécessaire, de l'opération de la radio et du téléphone, de l'administration des premiers soins et de la réalisation des observations météorologiques.
- Participe à la préparation du rapport financier des activités de combat.